

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербе-
кова» (КБГУ)**

Институт информатики, электроники и робототехники

Кафедра физических основ микро- и нанoeлектроники

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной программы

Шебзухов А.А.

«___» _____ 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИИЭиР

Черкесова Н.В.

«___» _____ 2020г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.07.02

Методы емкостной спектроскопии наноструктур

Направление подготовки

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Профиль

Современные информационные технологии в электронной технике

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Нальчик, 2020

Рабочая программа дисциплины (модуля): Методы емкостной спектроскопии наноструктур/сост. Гаев Д.С. – Нальчик: КБГУ, 2020 - ____ с.

Рабочая программа дисциплины (модуля) предназначена для преподавания дисциплины (модуля) *вариативной* части дисциплин по выбору блока 1 студентам очной формы обучения по направлению подготовки 11.03.04 – *Электроника и наноэлектроника*, 5 семестра, 3 курса.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 – *Электроника и наноэлектроника* утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «12» марта 2015г. за № 218.

Составитель: Гаев Дахир Сайдуллахович

Содержание

1. Изложение рабочей программы дисциплины (модуля).....	4
1.1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля).....	4
1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО.....	4
1.3. Требования к результатам освоения дисциплины(модуля).....	4
1.4. Содержание и структура дисциплины (модуля).....	5
1.4.1. Содержание разделов дисциплины (модуля).....	5
1.4.2. Структура дисциплины (модуля).....	6
1.4.3. Лекционные занятия.....	7
1.4.4. Практические (Семинарские) занятия.....	8
1.4.5. Лабораторные работы.....	8
1.4.6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины.....	8
1.5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	8
1.5.1. Задания для текущего контроля.....	8
1.5.2. Промежуточная аттестация.....	12
1.5.3. Контроль курсовых работ.....	14
1.6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности.....	15
1.7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	17
1.8. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий.....	18
1.9. Материально-техническое обеспечение работы.....	18
Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля).....	20

1. Изложение рабочей программы дисциплины (модуля)

1.1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины изучение студентами теоретических и практических основ методов емкостной спектроскопии ориентировано на исследование параметров материалов и различных структур, включая наноматериалы и наноструктуры, составляющие основу элементной базы современной интегральной, квантовой и функциональной электроники.

Задача дисциплины(модуля):

- подготовка бакалавра к освоению теоретическими знаниями методов анализа наноструктур основанных на измерении вольт-фарадных характеристик;
- подготовка бакалавра к освоению аппаратной реализации метода емкостной спектроскопии;
- подготовка бакалавра к овладению первичными навыками измерения характеристик наноструктур методами емкостной спектроскопии и их обработке.

1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина (модуль) относится вариативной части блока 1 дисциплин по выбору Б1.В.ДВ.07.02. учебного плана по направлению подготовки ВО 11.03.04 Электроника и наноэлектроника профиль: «Современные информационные технологии в электронике».

Преподавание дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин(модулей): "Математика", "Физика (общая)", "Информационные технологии", "Физика наноструктур".

Освоение учебной дисциплины (модуля) методы емкостной спектроскопии наноструктур, необходимо для последующего изучения дисциплин (модулей): «Измерение параметров и модификация свойств наноматериалов и наноструктур», «Диагностика параметров наноматериалов и наноструктур», а также для выполнения курсовых работ и выпускной квалификационной работы.

1.3. Требования к результатам освоения дисциплины(модуля)

В соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО направления подготовки ВО 11.03.04 Электроника и наноэлектроника изучение дисциплины (модуля) емкостная спектроскопия наноструктур направлено на формирование элементов следующих профессиональных компетенций:

- ✓ *способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);*
- ✓ *способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат(ОПК-2);*
- ✓ *способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования (ПК-1);*

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- *основные положения физики процессов, происходящих в полупроводниковых структурах, которые приводят к появлению емкости на переходах металл–полупроводник, металл–диэлектрик–полупроводник (МДП-структура) или p-n–переход и т.д.;*
- *особенности измерения и контроля параметров гетероструктур металл-диэлектрик-полупроводник методами емкостной спектроскопии;*
- *возможности и особенности методов емкостной спектроскопии при исследовании наноструктур, ориентированных на создание приборов и устройств интегральной, квантовой и функциональной электроники.;*

Уметь:

- составить схему реализации измерений вольт-фарадных характеристик наноструктур в зависимости от исследуемого свойства структуры;
- логически мыслить, оперировать с абстрактными объектами и быть корректным в употреблении математических понятий и символов для выражения количественных и качественных отношений;
- аппаратную реализацию метода вольт-фарадных характеристик.

Владеть:

- практическими навыками определения концентрации и профилей распределения - электрически активной примеси;
- владеет методами теории вероятностей и математической статистики, методикой обработки экспериментальных данных.
- практическими навыками определения глубоких уровней и их характеристик;
- практическими навыками определения генерационного времени неравновесных носителей заряда;
- практическими навыками определения плотности поверхностных состояний и их распределения по энергиям.

1.4. Содержание и структура дисциплины (модуля)**1.4.1. Содержание разделов дисциплины (модуля)**

В таблице 1 приводится описание содержания дисциплины, структурированное по разделам, с указанием по каждому разделу формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), коллоквиум (К), тестирование (Т).

Таблица 1. Содержание разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1.	Введение в дисциплину	<i>Тема 1. Цели и задачи дисциплины. Роль и место методов емкостной спек-троскопии в исследованиях материалов и структур микро- и нанoeлектроники.</i>	Т, К, ЛР
	Физика поверхности и МДП-структуры	<i>Тема 2. Феноменологическая теория поверхности полупроводников: поверхностные состояния и их классификация; теория приповерхностной области пространственного заряда; равновесный заряд в поверхностных состояниях; дифференциальная емкость в поверхностных состояниях. Вывод базовых соотношений.</i> <i>Тема 3. Теория идеальной МДП-структуры (Структура и вывод соотношений для определения основных параметров)</i> <i>Тема 4. Равновесные характеристики реальных МДП-структур: энергетические диаграммы, напряжение плоских зон, вольт-фарадные характеристики.</i> <i>Тема 5. Неравновесные процессы в МДП-структурах: неравновесное обеднение, механизмы релаксации инверсного слоя.</i>	
	Определение электрофизических параметров МДП-структур	<i>Тема 6. Метод определения толщины окисла, типа и уровня легирования полупроводника.</i> <i>Тема 7. Методики определения зависимости поверхностного потенциала полупроводника от управ-</i>	Т,К,ЛР

		<p>ляющего напряжения, напряжения плоских зон и порогового напряжения, эффективного поверхностного заряда.</p> <p>Тема 8. Методы определения энергетического распределения поверхностных состояний: дифференциальный метод Термана, интегральный метод Берглунда, метод температурной зависимости напряжения плоских зон Грея- Брауна.</p> <p>Тема 9. Метод определения профиля распределения примеси в полупроводнике. Теоретические основы метода с учетом влияния перезарядки поверхностных состояний, свободных носителей заряда и нарушения локальной электронейтральности на границе обедненного слоя(Поправка Кеннеди-О'Брайена).</p> <p>Тема 10. Методы определения генерационно-рекомбинационных характеристик: метод Цербста, метод переключения из области слабой инверсии в сильную инверсию, метод переключения из области сильной инверсии в область обеднения.</p>	
2	Исследование поверхностных состояний методом адмиттанса МДП-структур	<p>Тема 11. Адмиттанс однородной МДП-структуры: адмиттанс моноуровня поверхностных состояний, адмиттанс континуума поверхностных состояний. Туннельная модель адмиттанса при захвате носителей заряда на приграничные состояния в диэлектрике.</p> <p>Тема 12. Флуктационная и тунельно-флуктационная модели адмиттанса(теоретические основы методов с учетом пространственного распределения ловушек в диэлектрике).</p> <p>Тема 13. Методика расчета нормированной проводимости поверхностных состояний из данных по измерению адмиттанса МДП-структур. Особенности анализа кривых нормированной проводимости однородных МДП-структур.</p> <p>Тема 14. Одночастотные методики исследования параметров в МДП –структурах: планарно-неоднородные структуры, структуры с ловушками в окисле.</p>	Т,К,ЛР
3	Квантовые свойства МДП-структур	<p>Тема 15. Квантовые свойства приповерхностных слоев пространственного заряда в сильных электрических полях: условия образования квазидвумерного электронного газа, плотность квантовых состояний и концентрация квазидвумерного электронного газа, энергетических спектр.</p> <p>Тема 16. Квантовые свойства двумерного электронного газа в сильных магнитных полях: магнитное квантование и энергетический спектр; плотность и спектр энергетических состояний.</p> <p>Тема 17. Квантовый эффект Холла: условия наблюдения и методы измерения, метрологическое применение.</p>	Т,К,ЛР
	Методы емкостной спектроскопии в исследовании наноструктур	<p>Тема 18. Методы определения энергетических и динамических характеристик гетероструктур с квантовыми точками.</p> <p>Тема 19. Метод абсорбционно-емкостной спектроскопии: основы, особенности практической реализации и возможности метода</p>	

1.4.2. Структура дисциплины (модуля)

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов)

Вид работы	Трудоёмкость, часы	
	3 семестр	Всего
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Контактная работа (в часах):	68	68
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Семинарские занятия (СЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа (в часах):	65	65
Расчетно-графическое задание (РГЗ)		
Реферат (Р)		
Эссе (Э)		
Контрольная работа (К)		
Самостоятельное изучение разделов		
Самоподготовка:	-	-
Курсовая работа (КР)	-	-
Курсовой проект (КП)	-	-
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	9
Вид промежуточной аттестации	Зачет	

1.4.3. Лекционные занятия

Таблица 3. Перечень лекционных занятий

№ п/п	Тема
1	2
1	<i>Цели и задачи дисциплины. Роль и место методов емкостной спектроскопии в исследованиях материалов и структур микро- и нанoeлектроники.</i>
2	<i>Феноменологическая теория поверхности полупроводников.</i>
3	<i>Теория идеальной МДП-структуры .</i>
4	<i>Равновесные характеристики реальных МДП-структур.</i>
5	<i>Неравновесные процессы в МДП-структурах.</i>
6	<i>Метод определения толщины окисла, типа и уровня легирования полупроводника.</i>
7	<i>Методики определения зависимости поверхностного потенциала полупроводника от управляющего напряжения, напряжения плоских зон и порогового напряжения, эффективного поверхностного заряда.</i>
8	<i>Методы определения энергетического распределения поверхностных состояний.</i>
9	<i>Метод определения профиля распределения примеси в полупроводнике.</i>
10	<i>Методы определения генерационно-рекомбинационных характеристик.</i>

11	<i>Одночастотные методики исследования параметров в МДП –структурах.</i>
12	<i>Адмиттанс однородной МДП-структуры.</i>
13	<i>Флуктационная и тунельно-флуктационная модели адмиттанса.</i>
15	<i>Методика расчета нормированной проводимости поверхностных состояний из данных по измерению адмиттанса МДП-структур.</i>
16	<i>Квантовые свойства приповерхностных слоев пространственного заряда в сильных электрических полях.</i>
17	<i>Квантовые свойства двумерного электронного газа в сильных магнитных полях: магнитное квантование и энергетический спектр; плотность и спектр энергетических состояний.</i>
18	<i>Квантовый эффект Холла: условия наблюдения и методы измерения, метрологическое применение..</i>
19	<i>Методы определения энергетических и динамических характеристик гетероструктур с квантовыми точками. реализации и возможности метода</i>
20	<i>Метод абсолюционно-емкостной спектроскопии: основы, особенности практической</i>

1.4.4. Практические (Семинарские) занятия

Практические занятия (Семинарские занятия) не предусмотрены программой

1.4.5. Лабораторные работы

Лабораторные занятия не предусмотрены программой

1.4.6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Таблица 5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Методика расчета нормированной проводимости поверхностных состояний из данных по измерению адмиттанса МДП-структур. Особенности анализа кривых нормированной проводимости однородных МДП-структур.
2	Методики определения зависимости поверхностного потенциала полупроводника от управляющего напряжения, напряжения плоских зон и порогового напряжения, эффективного поверхностного заряда.
3	Методы определения генерационно-рекомбинационных характеристик: метод Цербста, метод переключения из области слабой инверсии в сильную инверсию, метод переключения из области сильной инверсии в область обеднения.

1.5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов по дисциплине (модулю) определяются учебным планом образовательной программы и действующим положением о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов КБГУ. При аттестации обучающихся оценивается качество работы на занятиях (умение вести дискуссию, способность чётко формулировать

свои мысли), уровень подготовки к самостоятельной деятельности, качество выполнения заданий (курсовой работы, лабораторных работ и др.).

1.5.1. Задания для текущего контроля

Коллоквиум

В семестре проводятся 3 коллоквиума.

Примерные вопросы 1-го коллоквиума:

1. Поверхностные электронные состояния и их классификация.
2. Теория приповерхностной области пространственного заряда полупроводника.
3. Равновесный заряд в поверхностных состояниях.
4. Дифференциальная ёмкость поверхностных состояний .
5. Теория идеальной МДП-структуры.
6. Энергетические зонные диаграммы. Напряжение плоских зон.
7. Вольт-фарадные характеристики реальных МДП-структур
8. Анализ неравновесных процессов.
9. Неравновесное обеднение полупроводника.
10. Механизмы релаксации инверсионного слоя.

Примерные вопросы 2-го коллоквиума:

1. Определение типа проводимости и уровня легирования полупроводника.
2. Определение зависимости поверхностного потенциала полупроводника от управляющего напряжения.
3. Определение напряжения плоских зон и порогового напряжения.
4. Определение эффективного поверхностного заряда.
5. Определение энергетического распределения поверхностных состояний
6. Дифференциальный метод Термана.
7. Интегральный метод Берглунда.
8. Определение профиля распределения легирующей примеси в полупроводнике.
9. Метод переключения из области слабой инверсии в сильную инверсию.
10. Метод переключения из области сильной инверсии в область слабой инверсии – обеднения.
11. Исследование флуктуационных и кинетических параметров поверхностных состояний в планарно-неоднородных МДП-структурах.
12. Определение поверхностных параметров МДП-структур с учетом флуктуационных и туннельных эффектов.
13. Экспресс-методики определения поверхностных параметров.

Примерные вопросы 3-го коллоквиума:

1. Квантовые свойства приповерхностных слоев пространственного заряда в сильных электрических полях
2. Условия образования квазидвумерного электронного газа
3. Квантовые свойства двумерного электронного газа в сильных магнитных полях
4. Магнитное квантование и энергетический спектр 2D-носителей в магнитном поле
5. Квантовый эффект Холла (КЭХ)
6. Условия наблюдения и методы измерений (КЭХ)
7. Метрологические применения (КЭХ)

Методические рекомендации

При подготовке к коллоквиуму следует, прежде всего, просмотреть конспекты лекций и отметить в них имеющиеся вопросы коллоквиума. Если какие-то вопросы вынесены преподавателем на самостоятельное изучение, следует обратиться к учебной литературе, рекомендованной преподавателем в качестве источника сведений. Коллоквиум проводится в виде устного опроса и собеседования со студентом

Критерии оценивания

Степень подготовленности студента на коллоквиуме оценивается по следующим критериям: - ясность, четкость и доказательность изложения ответов на вопросы; - владение специальными терминами; системность знаний по теме коллоквиума.

Шкала оценивания подготовленности студента на коллоквиуме

Оценка			
неудовлетворительно 2 балла	удовлетворительно 4 балла	хорошо 6 баллов	отлично 8 баллов
Студент не знает значительной части вопросов, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы.	Студент поверхностно знает вопросы коллоквиума, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Тесты

Образцы тестовых заданий:

1. Задание {{ 535 }} 2

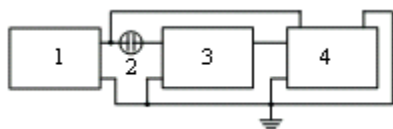
Отметьте правильный ответ

Метод высокочастотных C-V характеристик

- ☒ Период измерительного сигнала существенно меньше времени жизни неосновных носителей заряда
- ☐ Период измерительного сигнала существенно больше времени жизни неосновных носителей заряда
- ☐ Период измерительного сигнала по порядку величины равен времени жизни неосновных носителей заряда

2. Задание {{ 536 }} 3

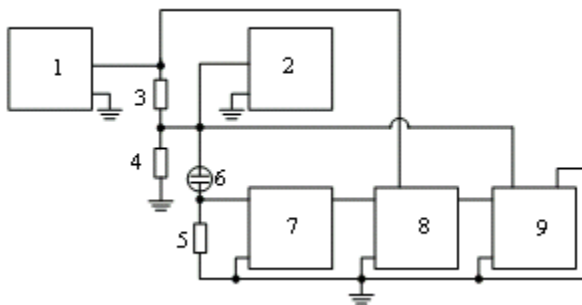
Отметьте правильный ответ



- ☒ 1- генератор пилообразного напряжения
- ☐ 1- электрометрический усилитель
- ☐ 1- двухкоординатный самописец
- ☐ 1 - образец

3. Задание {{ 537 }} 5

Отметьте правильный ответ



- ☒ 1- Генератор линейно меняющего напряжения
- ☐ 1- Генератор мало сигнального напряжения
- ☐ 1- МДП-структура
- ☐ 1- синхродетектор
- ☐ 1-двухкоординатный самописец
- ☐ 1 -усилитель

4. Задание {{ 538 }} 6

Отметьте правильный ответ

Возможности высокочастотного вольтфарадного метода

- ☒ определение типа проводимости подложки
- ☒ определение величины и знака встроенного заряда
- ☒ определение величины и профиля концентрации легирующей примеси
- ☐ определение толщины подзатворного диэлектрика

5. Задание {{ 539 }} 7

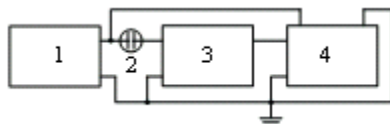
Отметьте правильный ответ

Интегральный метод C-V характеристик

- ☒ метод Берглунда
- ☐ метод Грея -Брауна
- ☐ метод Термана

6. Задание {{ 540 }} 31

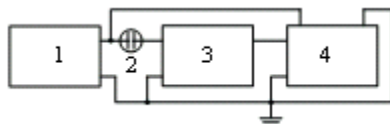
Отметьте правильный ответ



- ☐ 2- генератор пилообразного напряжения
- ☒ 2 - образец
- ☐ 2- электрометрический усилитель
- ☐ 2- двухкоординатный самописец

7. Задание {{ 541 }} 33

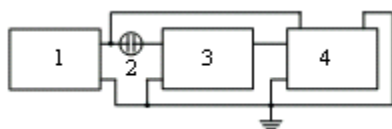
Отметьте правильный ответ



- ☐ 4- генератор пилообразного напряжения
- ☐ 4- электрометрический усилитель
- ☒ 4- двухкоординатный самописец
- ☐ 4 - образец

8. Задание {{ 542 }} 32

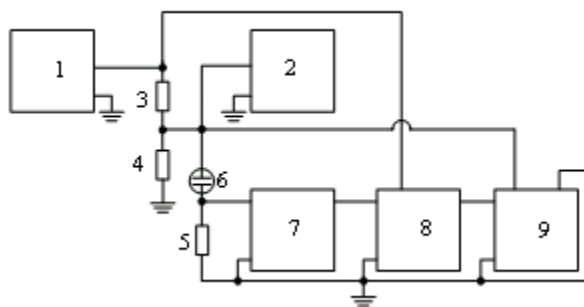
Отметьте правильный ответ



- ☐ 3- генератор пилообразного напряжения
- ☒ 3- электрометрический усилитель
- ☐ 3- двухкоординатный самописец
- ☐ 3- образец

9. Задание {{ 543 }} 51

Отметьте правильный ответ



- ☐ 2- Генератор линейно меняющего напряжения
- ☒ 2- Генератор мало сигнального напряжения
- ☐ 2- МДП-структура
- ☐ 2- синхродетектор
- ☐ 2-двухкоординатный самописец
- ☐ 2 -усилитель

Методические рекомендации

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

а) готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине. Проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;

б) четко выясните все условия тестирования заранее. Знать, сколько тестов Вам будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т.д.

в) приступая к работе с тестами, внимательно и до конца прочтите вопрос и предлагаемые варианты ответов. Выберите правильные (их может быть несколько). На отдельном листке ответов выпишите цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;

г) в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант.

д) если Вы встретили чрезвычайно трудный для Вас вопрос, не тратьте много времени на него. Переходите к другим тестам. Вернитесь к трудному вопросу в конце.

е) обязательно оставьте время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Критерии оценивания

Оценка			
неудовлетворительно 0 баллов	удовлетворительно 3 балла	хорошо 4 балла	отлично 5 баллов
Менее 50 % правильно вы-	50-70% правильно	71-85% правиль-	86-100% правиль-

<i>полненных заданий.</i>	<i>выполненных заданий.</i>	<i>но выполненных заданий.</i>	<i>но выполненных заданий.</i>
---------------------------	-----------------------------	--------------------------------	--------------------------------

1.5.2. Промежуточная аттестация

Список основных вопросов к устному экзамену

1. Поверхностные электронные состояния и их классификация
2. Теория приповерхностной области пространственного заряда полупроводника
3. Равновесный заряд в поверхностных состояниях.
4. Дифференциальная ёмкость поверхностных состояний
5. Теория идеальной МДП-структуры
6. Энергетические зонные диаграммы. Напряжение плоских зон
7. Вольт-фарадные характеристики реальных МДП-структур
8. Анализ неравновесных процессов
9. Неравновесное обеднение полупроводника
10. Механизмы релаксации инверсионного слоя
11. Определение типа проводимости и уровня легирования полупроводника
12. Определение зависимости поверхностного потенциала полупроводника от управляющего напряжения
13. Определение напряжения плоских зон и порогового напряжения
14. Определение эффективного поверхностного заряда
15. Определение энергетического распределения поверхностных состояний
16. Дифференциальный метод Термана
17. Интегральный метод Берглунда
18. Определение профиля распределения легирующей примеси в полупроводнике
19. Метод переключения из области слабой инверсии в сильную инверсию
20. Метод переключения из области сильной инверсии в область слабой инверсии - обеднения
21. Исследование флуктуационных и кинетических параметров поверхностных состояний в планарно-неоднородных МДП-структурах
22. Определение поверхностных параметров МДП-структур с учетом флуктуационных и туннельных эффектов
23. Экспресс-методики определения поверхностных параметров
24. Квантовые свойства приповерхностных слоев пространственного заряда в сильных электрических полях
25. Условия образования квазидвумерного электронного газа
26. Квантовые свойства двумерного электронного газа в сильных магнитных полях
27. Магнитное квантование и энергетический спектр 2D-носителей в магнитном поле
28. Квантовый эффект Холла (КЭХ)
29. Условия наблюдения и методы измерений (КЭХ)
30. Метрологические применения (КЭХ)

Методические рекомендации

Подготовка студентов к экзамену включает проработку лекций, в течении семестра и непосредственную подготовку в дни, предшествующие экзамену, включая, конечно, подготовку к коллоквиумам, тестированию, выполнению лабораторных работ и их защите.

Для подготовки к ответам на экзаменационные вопросы (они выдаются в конце семестра) студент должен использовать не только курс лекций, но и основную и дополни-

тельную литературу для выработки умения давать развернутые ответы на поставленные вопросы.

В ходе подготовки к экзамену студенту необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания изучаемых вопросов. А это достигается не простым заучиванием, а усвоением прочных систематизированных знаний аналитическим мышлением. Следовательно, непосредственная подготовка к экзамену должна в разумных пропорциях сочетать и запоминание, и понимание программного материала.

Критерии оценивания

Оценка			
неудовлетворительно 0 баллов	удовлетворительно 3 балла	хорошо 4 балла	отлично 5 баллов
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий.	Посещение не менее 60% лекционных и практических занятий.	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий.	Посещение не менее 85% лекционных и практических занятий.
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы.	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос.	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

1.6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала
Способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7)	<u>Знать</u> : основные правовые и этические нормы при оценке последствий своей профессиональной деятельности;	Коллоквиум Тестирование
	<u>Умеет</u> самостоятельно осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных по свойствам, технологии получения применению материалов электронной технике, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;	Выполнение и защита лабораторных работ Тестирование
	<u>Владеет</u> методами и способами самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, связанных с технологической подготовкой производства материалов и структур электронной техники;	Выполнение и защита лабораторных работ
Способностью выявлять естественнонаучную	<u>Знает</u> — основные понятия и методы теории	Коллоквиум Тестирование

<p>сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат(ОПК-2);</p>	<p>вероятности и математической статистики;</p> <ul style="list-style-type: none"> - о роли и месте математики в современной цивилизации; 	
	<p><u>Умеет:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -логически мыслить, оперировать с абстрактными объектами и быть корректным в употреблении математических понятий и символов для выражения количественных и качественных отношений; – графически иллюстрирует задачу, оценивает достоверность полученного решения задачи и результатов теоретического и экспериментального исследования. 	<p>Коллоквиум Тестирование</p>
	<p><u>Владеет:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами решения систем линейных и алгебраических уравнений, методами дифференциального интегрального исчисления, методами исследования функции и построения графиков; –методами теории вероятностей и математической статистики, методикой обработки экспериментальных данных. 	<p>Коллоквиум Выполнение лабораторных работ</p>
<p>Способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования. (ПК-1)</p>	<p><u>Знает</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – особенности приборно-технологического моделирования микро- и нанoeлектронных устройств; - место и роль математических моделей технологических процессов, полупроводниковых приборов и ИМС в области разработки и производства современных изделий электронной техник. 	<p>Коллоквиум Тестирование</p>
	<p><u>Умеет</u> выбирать фундаментальные физические уравнения при заданных ограничениях и на их основе создавать математические модели для конкретных технологических процессов, полупроводниковых приборов и интегральным микросхем.</p>	<p>Выполнение лабораторных работ Тестирование</p>
	<p><u>Владеет</u> современным математическим аппаратом, используемым для построения моделей полупроводниковых приборов и ИМС.</p>	<p>Выполнение и защита лабораторных работ</p>

1.7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

1. Нанотехнологии. Физика. Процессы. Диагностика. Приборы. // Под редакцией В.В. Лучининой, Ю.М. Таирова. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2006 – 551с.

2. Бормонтов Е.Н. Физика и метрология МДП-структур: Учебное пособие.-Воронеж: ВГУ, 1997-184с.
3. Павлов Л.П., Методы измерения параметров полупроводниковых материалов. М.: Высшая школа. 1987. 240 с.

Дополнительная литература

1. Пул, Ч. Нанотехнологии: пер. с англ.: учеб. пособие / Ч. Пул, Ф. Оуэнс. - М.: Техносфера, 2004. - 327 с.
2. Смирнов С.В. Методы и оборудование контроля параметров технологических процессов производства наногетероструктур и наногетероструктурных монокристаллических интегральных схем: учебное пособие. [Электронный ресурс] – Томск: ТУСУР, 2010. – 115 с. – Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/535>.
3. Фомин Д.В. Экспериментальные методы физики твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Фомин Д.В.— Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2017. — 185 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57258>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Блесман, А. И. Теоретические основы методов исследования наноматериалов : учеб. пособие / А. И. Блесман, В. В. Даньшина, Д. А. Полонянкин ; Мин- обрауки России, ОмГТУ. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2017. 78с. https://omgtu.ru/general_information/faculties/radio_engineering_department/departement_of_quot_physics_quot/lib_pfys/280402-280302/TOMIM.pdf
5. Усанов Д.А., Скрипаль А.В., Феклистов В.Б., Вениг С.Б. Измерение параметров полупроводников, микро- и наноструктур на СВЧ (учебное пособие)– Саратов: Электронное издание Саратов. ун-та, 2012. – 55 с.: Режим доступа: https://www.sgu.ru/sites/default/files/textdocsfiles/2014/01/10/microwavemicronano2012_.pdf
6. ГОСТ Р 56748.1—2015/ISO/TS 12901-1:2012: Наноматериалы.
7. www.consultant.ru/ - Справочно-информационная система «Консультант плюс».
8. <http://www.garant.ru/> - Справочно-информационная система «Гарант».

Интернет - ресурсы

3. <http://bookfi.org>- учебные пособия и учебные книги
4. <http://plasma.isuct.ru>. - база данных по материалам электронной техники
5. Электронные версии журналов: “Физика твердого тела”, “Журнал технической физики”, “Письма в журнал технической физики”, “Физика и техника полупроводников” <http://journals.ioffe.ru>.
6. www.nanonewsnet.ru – Сайт о нанотехнологиях в России.
7. www.nanodigest.ru – Интернет - журнал о нанотехнологиях
8. www.nano-info.ru - Сайт о современных достижениях в области микро- и нанотехнологий
9. www.nanometer.ru – Сайт нанотехнологического сообщества ученых, студентов и любителей чтения
10. www.nano-portal.ru - Портал посвящен развитию нанотехнологий и их внедрению в производство.
5. www.portalnano.ru/read/databases - База данных Федерального интернет-портала «Нанотехнологии и наноматериалы» -

1.8. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

1. Студенты имеют доступ к единому образовательному portalу, где могут в открытом доступе пользоваться ресурсами учебно-методической литературы, являющимися разработками ведущих ВУЗОВ России.
2. Для рейтингового контроля используется система компьютерного тестирования на базе программного обеспечения Moodle.

3. При выполнении лабораторного практикума студенты в обязательном порядке проводят обработку экспериментальных данных с применением программных пакетов Microsoft Office, MathCad, WinZip.
4. В рамках обеспечения применения компьютерных технологий в образовательном процессе имеются специализированные компьютерные классы с современным программным обеспечением и имеющим выход в Интернет.

1.9. Материально-техническое обеспечение работы

Специализированная лекционная аудитория, используемая при проведении занятий лекционного типа, оснащена мультимедийным проектором, рабочими местами студентов и преподавателя.

Мультимедийная презентация, сопровождающая лекцию, позволяет преподавателю акцентировать внимание студенческой аудитории на ключевых вопросах лекции.

Студенты имеют доступ через интернет к единому образовательному portalу, где в открытом доступе имеются ресурсы учебно-методической литературы, являющиеся разработками ведущих ВУЗов России.

Дисциплина обеспечена:

- тестовым материалами в электронной обучающей системе «Moodle» (Открытый университет);
- книжным фондом библиотеки;
- электронными версиями лекций и учебников.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах, оснащенных компьютерами с установленным необходимым программным обеспечением.

Студенты имеют доступ через Интернет доступ к электронной обучающей системе «Moodle» (Открытый университет), которая позволяет размещать электронные учебные материалы доступно для студентов университета.

При проведении занятий лекционного типа, семинарских занятий используются:
лицензионное программное обеспечение:

Продукты Microsoft (Desktop EducationALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription);

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition;

AltLinux (Альт Образование 8);

свободно распространяемые программы:

Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;

WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования.

В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

альтернативной версией официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих; присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху – дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения,

объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

11.03.04 – Электроника и нанoeлектроника на 2020-2021 учебный год

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры
электроники и информационных технологий,
протокол № _____ от « _____ » _____ 2020 г.

_____ / **Р.Ш. Тешев** _____ / _____
подпись расшифровка подписи дата