

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет**  
**им.**  
**Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

**Институт информатики, электроники и робототехники**  
**Кафедра электроники и цифровых информационных**  
**технологий**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Руководитель образовательной программы**  
\_\_\_\_\_ **Р.Ш. Тешев**

**Директор ИИЭ и Р**  
\_\_\_\_\_ **Н.В. Черкесова**

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.03. «Актуальные вопросы современных радиотехнических систем сбора и обработки**  
**информации»**

**Направление подготовки**  
**11.04.01 Радиотехника**  
(код и наименование направления подготовки)

**Магистерская программа:**  
**Интегрированные системы безопасности с распределенной архитектурой**

**Квалификация (степень) выпускника магистр**

**Форма обучения**  
**очная**

**Нальчик 2021**

---

Рабочая программа дисциплины (модуля) **«Актуальные вопросы современных радиотехнических систем сбора и обработки информации»** /сост. А.М. Кармоков – Нальчик: ФГБОУ КБГУ, 2021 г. 23 с.

Рабочая программа дисциплины **«Актуальные вопросы современных радиотехнических систем сбора и обработки информации»** предназначена для студентов очной формы обучения магистерской программы «Электронные средства информационных систем» направления подготовки 11.04.01 Радиотехника во 2 семестре, 1 г.о.

Рабочая программа дисциплины **«Актуальные вопросы современных радиотехнических систем сбора и обработки информации»** составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.04.01 Радиотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 года № 925

## Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля) .....	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО .....	4
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) .....	4
4. Содержание и структура дисциплины (модуля) .....	5
Структура дисциплины (модуля) .....	7
5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации .....	8
5.1. Коллоквиум .....	8
5.2. Образцы тестовых заданий .....	8
Методические рекомендации по подготовке к тестированию .....	9
Критерии оценивания .....	10
5.3. Задания для лабораторных занятий .....	11
6. Промежуточная аттестация .....	11
7. Контроль курсовых работ .....	13
8. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности .....	15
.....	16
9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля) .....	16
Основная литература .....	16
Дополнительная литература .....	16
Периодические издания .....	16
Интернет-ресурсы .....	
10. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий .....	17
.....	18
.....	20
11. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	
Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля) .....	

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

В последние годы в физической электронике достигнуты значительные успехи в области подготовки специалистов, обладающих научно-практическими знаниями в области современных радиотехнических систем сбора и обработки информации, приобретения навыков решения конструктивных, материаловедческих и технологических задач, формирования научно обоснованного подхода к изучению радиотехнических систем.

В связи с этим, целями настоящего курса являются:

1. Освоение студентами физических основ методов получения материалов и изделий для генерации, приема и обработки электромагнитных излучений различных длин волн; физико-химическими, электрическими и оптическими свойствами материалов для полупроводниковых преобразователей энергии; основными физическими процессами в материалах для полупроводниковых преобразователей энергии.
2. Показать возможности применения радиотехнических средств приема и обработки информации в широком диапазоне длин волн.
3. Ознакомить студентов с достижениями и перспективами новых методов, с последними работами в этой области физической электроники.

Задачей дисциплины является ознакомление студентов с общей классификацией материалов применяемых для генерации, приема и обработки электромагнитных излучений различных длин волн; физико-химическими, электрическими и оптическими свойствами материалов для полупроводниковых преобразователей энергии; основными физическими процессами в материалах для полупроводниковых преобразователей энергии.

Курс базируется на знаниях курсов математического модуля, общей и теоретической физики, теоретических основ электроники, физики атомных и электронных процессов на поверхности полупроводников, кристаллофизики и методов исследования структур, физических основ полупроводниковых материалов, приборов и интегральных схем и др.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина включена в базовую часть обязательных дисциплин **Б1.0.03.** учебного плана по направлению подготовки 11.04.01 Радиотехника, магистерская программа «Интегрированные системы безопасности с распределенной архитектурой».

Изучение дисциплины «Актуальные вопросы современных радиотехнических систем сбора и обработки информации» базируется на следующих, ранее изучаемых, дисциплинах: «Физика», «Математика», «Материалы электронной техники».

Освоение данной дисциплины, в свою очередь, необходимо для успешного усвоения, в последующем, специальных курсов по дисциплинам: «Микроэлектроника», «Твердотельные элементы СВЧ - электроники», «Проектирование и конструирование полупроводниковых приборов и интегральных схем» и других, а также производственной практики.

## **3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

– способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач (ОПК-3);

Код и наименование индикатора достижения компетенции:

– ОПК- М.3.3 предлагает с использованием современных информационных технологий новые идеи и подходы к решению инженерных задач.

**В результате изучения дисциплины студент должен**  
**Знать** принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы

Интер- нет-технологий, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных приклад- ных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и профессиональной сфере деятельности.

**Уметь** использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности.

**Владеть** методами математического моделирования радиотехнических устройств и систем, технологических процессов с использованием современных информационных технологий.

#### 4. Содержание и структура дисциплины

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

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Компетенции	Форма текущего контроля
	Современные технологические приемы изготовления приборов электронной техники	Введение. Программа курса, вид занятий, рекомендованная литература и ее краткая характеристика, контрольные мероприятия. Этапы развития методов радиотехники. Поверхность и её свойства. Поверхностный потенциал. Поверхностные состояния. Уровни Тамма Быстрые и медленные поверхностные Микро- и наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках и их свойства. Микрокластеры и их энергетическое состояние. Методы получения и применения структур с атомными кластерами. Межфазные границы и их свойства. Возможность формирования структур с минимальным рассогласованием по параметрам решетки. Напряженные полупроводниковые структуры, их свойства и применение. Технологические возможности перспективных видов эпитаксии. Достижения молекулярно-лучевой эпитаксии. Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений. Создание интегральных устройств методами литографии. Традиционная фотолитография и ее проблемы. Электронно-лучевая литография. Рентгеновская литография. Литография высокого разрешения.	ОПК-3	К, Т. РК

Квантовые основы наноинженери и	<p>Методы безмасочной технологии. Электронный и ионный луч как инструмент современной технологии. Эффект размерного квантования. Квантовое ограничение. Интерференционные эффекты. Туннелирование. Устройства на основе квантовых эффектов. Низкоразмерные кремниевые среды. Актуальность использования низкоразмерного кремния в производстве изделий микро- и нанoeлектроники. Формирование низкоразмерного кремния. Структурные модификации пористого кремния. Применение низкоразмерного кремния. Технология тонких пленок и многослойных структур. Механизмы эпитаксиального роста тонких пленок. Жидкофазная эпитаксия. Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Квантовая инженерия. Размерное квантование. Квантовые точки. Изготовление гетероструктур с квантовыми точками. Методы исследования СКТ. Лазеры на самоорганизованных квантовых точках. Сверхрешетки.</p> <p>Многослойные наноструктуры. Многослойное осаждение посредством магнетронного распыления. Электролитическое осаждение Поверхностные наноструктуры. Получение поверхностных структур методом МЛЭ. Получение поверхностных структур методом газофазной эпитаксии. Химическая сборка поверхностных наноструктур. Низкоразмерные структуры на основе пористого. Углеродные нано- трубки. Физическая природа сверхпроводимости. Понятие сверхпроводимости. Сверхпроводники первого и второго рода. Теория Бардина – Купера – Шриффера. Эффект Джозефсона. Эффект Мейснера. Высокотемпературная сверхпроводимость. История открытия высокотемпературной сверхпроводимости. Методы получения ВТСП пленок. Применение ВТСП материалов.</p>	ОПК-3	
---------------------------------------	--	-------	--

Новые устройства и приборы на функциональных свойствах материалов	Микроволны и их природа. Открытие теплового воздействия микроволн. Физическая природа микро- волн. Микроволновая передача и средства связи. Сверхвысокочастотная терапия. Элементная база микроволновых систем. История создания лазера Полупроводниковые лазеры. Нанолазеры. Светоиз- лучающие диоды. Оптоволоконные кабели. Си- стемы связи. Системы телевизионного вещания. Спутниковая связь. Мобильная связь. Сотовая связь. Оптоэлектронные системы. Температурная и ради- ационная стойкость изделий электронной техники. Температурная стойкость и механизмы теплопере- дачи. Способы теплоотвода. Перспективные жидкие диэлектрики для охлаждения. Криогенная электро- ника. Влияние радиации на параметры электронных устройств. Перспективы кремния как материала экстремальной электроники. Структуры «кремний-на- изоляторе» и их преимущества. Технологии изготов- ления структур КНИ. Структуры КНС, их преиму- щества и перспективы применения. Преимущества и перспективы карбидокремниевой электроники. Ма- териалы и структуры экстремальной электроники. Карбид кремния – материал для экстремальной элек- троники. Возможности углерода в решении задач экстремальной электроники. Структуры и приборы экстремальной электроники.	ОПК-3	
---	--	-------	--

### Структура дисциплины

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа)

Вид работы	Трудоемкость, часы	
	2 семестр	Всего
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (в часах):</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
Лекционные занятия (Л)	17	17
Практические занятия (ПЗ)	51	51
<b>Самостоятельная работа (в часах):</b>	<b>76</b>	<b>76</b>
Курсовая работа (КР)/ Курсовой проект (КП)		
Самостоятельное изучение разделов/тем	67	67
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	9
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>зачет</b>	

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1.	Современные технологические приемы изготовления приборов электронной техники
2.	Квантовые основы нанотехнологий
3.	Новые устройства и приборы на функциональных свойствах материалов





Таблица 4. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1.	Внешние факторы оказывают влияние на свойства поверхности.
2.	Современные методы получения структур с атомными кластерами
3.	Возможности эпитаксии в формировании структур с минимальным рассогласованием по параметрам решетки
4.	Поверхностные процессы происходят при выращивании тонкой пленки методом МЛЭ
5.	Принципиально иные, по сравнению с фотолитографией, методы получения рисунка с размерами элементов менее 100 нм
6.	Кремний является основным материалом современной микроэлектроники
7.	Смысл терминов «гетероэпитаксия», «гомоэпитаксия», «хемоэпитаксия»
8.	Основе теоретической модели высокотемпературной сверхпроводимости, разработанной академиком В. Л. Гинзбургом
9.	Представляет собой волоконно-оптические линии связи (ВОЛС)
10.	Роль светоизлучающих диодов в развитии микроволновых систем
11.	Приборы силовой электроники наиболее распространены в устройствах мощностью до нескольких сотен киловатт

Таблица 5. Практические занятия (семинары)

№ п/п	Тема
1	Методы получения и применения структур с атомными кластерами. Межфазные границы и их свойства. Возможность формирования структур с минимальным рассогласованием по параметрам решетки.
2	Достижения молекулярно-лучевой эпитаксии. Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений.
3	Интерференционные эффекты. Туннелирование. Устройства на основе квантовых эффектов.
4	Формирование низкоразмерного кремния. Структурные модификации пористого кремния. Применение низкоразмерного кремния.
5	Сверхпроводники первого и второго рода. Теория Бардина – Купера – Шриффера. Эффект Джозефсона. Эффект Мейснера.
6	Открытие теплового воздействия микроволн. Физическая природа микроволн. Микроволновая передача и средства связи. Сверхвысокочастотная терапия
7	Системы телевизионного вещания. Спутниковая связь. Мобильная связь. Сотовая связь. Оптоэлектронные системы.
№ п/п	Тема
8	Температурная стойкость и механизмы теплопередачи. Способы теплоотвода. Перспективные жидкие диэлектрики для охлаждения. Криогенная электроника. Влияние радиации на параметры электронных устройств.
9	Структуры «кремний-на-изоляторе» и их преимущества. Технологии изготовления структур КНИ. Структуры КНС, их преимущества и перспективы применения.

## **5.Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

### **Коллоквиум**

В семестре проводятся 3 коллоквиума, которые оцениваются по 8 баллов каждый.

#### **Вопросы, выносимые на коллоквиум (контролируемые компетенции ОПК-3)**

##### **Первый коллоквиум**

1. Что вы понимаете под идеальным кристаллом и идеальной поверхностью?
2. Какова природа поверхностного потенциала?
3. Какие внешние факторы оказывают влияние на свойства поверхности?
4. Какие энергетические состояния называются быстрыми?
5. Каково время установления равновесия быстрых состояний с объёмом?
6. Какие энергетические состояния называются медленными?
7. Каково время установления равновесия медленных состояний с объёмом?
8. Каковы концентрации поверхностных состояний?
9. Каковы принципиальные ограничения для традиционного подхода к управлению свойствами полупроводникового материала?
10. Каковы современные методы получения структур с атомными кластерами?
11. Каковы методы исследования нанокластеров?
12. Что понимают под межфазными границами?
13. Что представляет собой полупроводниковая сверхрешетка?
14. Каковы возможности эпитаксии в формировании структур с минимальным рассогласованием по параметрам решетки?
15. Какая полупроводниковая структура называется напряженной?
16. Каковы реальные применения напряженных гетероструктур?
17. Что понимают под эпитаксией?
18. Какие поверхностные процессы происходят при выращивании тонкой пленки методом МЛЭ?
19. Чем определяется конденсация на подложку нового материала из газовой фазы?
20. Каковы преимущества метода МЛЭ?
21. Каков механизм послойного роста?
22. Каков механизм роста Вольмера – Вебера?
23. Каков механизм роста Странски – Крастанова?
24. Что представляет собой механизм роста «статистическое осаждение»?
25. Что общего между методами МЛЭ и РГФ МОС?
26. Каковы различия между методами МЛЭ и РГФ МОС?
27. Какова задача фотолитографии?
28. Каков прогноз уменьшения длины затвора МДП-транзисторов?
29. Каковы минимальный размер и длина канала  $K L$ , достигаемые в настоящее время?
30. Каковы длины волн эксимерных лазеров и от чего они зависят?
31. Каковы принципиально иные, по сравнению с фотолитографией, методы получения рисунка с размерами элементов менее 100 нм?
32. Каковы виды литографии высоких энергий?
33. Какова разрешающая способность электронно-лучевого экспонирования по сравнению с фотоэкспонированием?
34. Какова основная причина разработки метода рентгеновской литографии?
35. Каковы главные преимущества рентгеновской литографии?
36. Каковы преимущества нанопечатной литографии?
37. Каковы возможности электронного луча как инструмента прецизионной технологии?

38. Каковы принципы электронно-лучевой обработки?
39. Какова поверхностная плотность излучения электронной пушки?
40. Каково место электронно-лучевой обработки в технологии микросхем?
41. Каковы условия конкуренции ионной и рентгеновской литографии?
42. В чем состоит сущность ионной литографии?
43. Какова разрешающая способность позитивных резистов в случае ионно-лучевого экспонирования?
44. Почему широкое развитие нанотехнологий связывают с появлением сканирующего микроскопа?
45. Что представляет собой эффект размерного квантования?
46. Какая гетероструктура является типичным примером эффекта размерного квантования?
47. Почему тонкие плёнки являются примером структуры с двумерным электронным газом?
48. В чём состоит важный для атомной теории принцип соответствия?
49. В чём состоит эксперимент по наблюдению магнитного эффекта Ааронова – Бома?
50. Каковы практические применения процесса туннелирования электрона?
51. Что представляет собой холодная эмиссия электронов из металлов?
52. Что понимают под нанотехнологиями?
53. Каково применение эффекта резонансного туннелирования в двухбарьерной квантовой структуре?

### ***Второй коллоквиум***

1. Почему кремний является основным материалом современной микроэлектроники?
2. Какие причины сдерживают использование монокристаллического кремния в оптоэлектронике?
3. Сравните электрические сопротивления монокристаллического и пористого кремния.
4. Сравните теплопроводности монокристаллического и пористого кремния.
5. Какие составы электролитов используются при формировании низкоразмерного кремния?
6. Присутствие носителей заряда какого знака необходимо для получения низкоразмерного кремния при анодировании?
7. Как классифицируется пористый кремний по размеру пор?
8. При каких значениях пористости низкоразмерный кремний генерирует видимый свет?
9. Каковы перспективы применения пористого кремния в наноэлектронике?
10. Каковы возможности метода молекулярно-лучевой эпитаксии?
11. Что общего и в чём разница методов молекулярно-лучевой эпитаксии и роста из газовой фазы с использованием металлоорганических соединений?
12. Каковы наиболее важные индивидуальные атомные процессы, сопровождающие эпитаксиальный рост?
13. Что представляет собой послойный рост, каков его механизм?
14. Что представляет собой островковый рост, каков его механизм?
15. Что представляет собой рост Странски – Крастанова, каков его механизм?
16. Каковы принципы жидкостной эпитаксии, каково её место в технологии микро- и наноэлектроники?
17. Каков смысл терминов «гетероэпитаксия», «гомоэпитаксия», «хемоэпитаксия»?
18. Поясните упрощённую схему ростовой камеры в установке молекулярно-лучевой эпитаксии.
19. Каковы возможности контроля структуры и элементного состава плёнок в методе молекулярно-лучевой эпитаксии?

20. В чём состоит эффект размерного квантования?
21. В чём состоит отличие микрочастиц от макрочастиц?
22. Что понимают под квантовой ямой, квантовой нитью, квантовой точкой?
23. Что понимают под дислокациями несоответствия, каковы условия их возникновения?
24. Что понимают под самоорганизацией, каков природный процесс самоорганизации твердотельных наноструктур?
25. Каковы методы исследования самоорганизованных квантовых точек?
26. В чём состоят преимущества лазеров на самоорганизованных квантовых точках по сравнению с лазерами на квантовых ямах?
27. Что представляют собой искусственные периодические структуры и почему их называют сверхрешётками?
28. Что понимают под композиционной сверхрешёткой?
29. Что понимают под легированной сверхрешёткой?
30. Каковы преимущества магнетронного распыления по сравнению с термическими способами осаждения?
31. Каковы возможности экспериментальной реализации многослойных систем для вакуумного ультрафиолета?
32. Каков наиболее простой способ получения многослойных структур металлов?
33. Что общего и в чём разница между потенциостатическим и гальваностатическим электролитическим осаждением?
34. Каковы особые свойства поверхностных наноструктур, определяющие перспективы их применения?
35. Каковы возможности получения поверхностных структур методом молекулярно-лучевой эпитаксии?
36. Что представляет собой химическая сборка поверхностных наноструктур?
37. Каковы перспективы низкоразмерных структур на основе пористого кремния?
38. Что представляют собой структуры кремний-на-изоляторе (КНИ)?
39. Что представляют собой углеродные нанотрубки и каковы идеи создания на их основе электронных устройств?
40. Что понимают под сверхпроводимостью?
41. Что означает термин «гелиевые температуры»?
42. Почему при абсолютном нуле электрическое сопротивление должно исчезать?
43. В каком году было открыто сверхпроводящее состояние вещества?
44. Что понимают под сверхпроводниками I рода?
45. Что понимают под сверхпроводниками II рода?
46. Кем и когда была предложена теория сверхпроводимости?
47. Каково происхождение термина «куперовская пара»?
48. Какое количество куперовских пар находится в 1 см<sup>3</sup> вещества?
49. Кто авторы наиболее популярной модели сверхпроводимости?
50. Каково происхождение термина «высокотемпературная сверхпроводимость»?
51. Что лежит в основе теоретической модели высокотемпературной сверхпроводимости, разработанной академиком В. Л. Гинзбургом?
52. Какова эволюция температуры перехода в сверхпроводящее состояние?
53. Чем объясняется интерес к высокотемпературной сверхпроводимости?
54. Каковы основные преимущества ВТСП?
55. Какой параметр определяет высокочастотные свойства ВТСП материалов?
56. Что понимают под керамическим методом получения ВТСП материалов?
57. Каковы возможности молекулярно-лучевой эпитаксии для получения ВТСП пленок?
58. Каковы возможности золь-гель метода для получения ВТСП пленок?
59. Каковы коммерческие применения ВТСП материалов?

### ***Третий коллоквиум***

1. Какие электронные приборы называются микроволновыми?
2. Каковы частоты и длины волн сверхвысокочастотного диапазона?
3. Какие теоретические и экспериментальные исследования в области распространения и взаимодействия волн стимулированы потребностями интегральной оптики СВЧ?
4. Каковы сферы применения микроволновой техники в настоящее время?
5. Какое соотношение связывает длину волны, скорость распространения волны и частоту колебаний электромагнитного поля?
6. Какова природа радиоволн?
7. Сравните скорости движения электрона и распространения электромагнитного поля по телефонному проводу.
8. От каких факторов зависит предельно достижимая скорость передачи данных?
9. Что представляет собой СВЧ-терапия?
10. Каковы параметры волн, используемых в сантиметровой и дециметровой терапии?
11. Каков смысл термина «лазер»?
12. Каков вклад отечественных ученых в создание первого твердотельного лазера?
13. Когда начался «лазерный» период оптики?
14. Что представляет собой лазер на двойной гетероструктуре (ДГС-лазер)?
15. Что представляет собой нанолазер?
16. Какова роль светоизлучающих диодов в развитии микроволновых систем?
17. Каким сигналом передается информация по оптоволоконному кабелю?
18. Какова структура оптоволоконного кабеля и его недостатки?
19. Каковы характеристики оптоволоконного кабеля по помехозащищенности и секретности передаваемой информации?
20. Каковы принципиальные различия одномодового и многомодового кабеля?
21. Какой диапазон волн используется для телевизионного вещания?
22. Каково устройство наземной телевизионной передающей сети?
23. Какие спутниковые системы связи осуществляют распределение сигналов ТВ программ по территории России?
24. Каковы основные структуры построения систем кабельного телевидения?
25. Каковы основные преимущества сотовых систем телевидения?
26. Что представляет собой геостационарная орбита искусственного спутника Земли?
27. Каковы преимущества систем мобильной связи?
28. Какие этапы в своем развитии прошла сотовая связь?
29. Что представляет собой волоконно-оптические линии связи (ВОЛС)?
30. Каковы их преимущества?
31. Какие устройства составляют элементную базу волоконно-оптических линий связи?
32. Что означает термин «экстремальная электроника»?
33. Какие механизмы теплопередачи применимы к электронным устройствам?
34. Что понимают под температурной стойкостью изделий электронной техники?
35. Что понимают под пассивным способом теплоотвода?
36. Что понимают под активным способом теплоотвода?
37. Какие жидкие диэлектрики являются перспективными для охлаждения?
38. Каковы свойства криогенной электроники?
39. Что понимают под радиационной стойкостью изделий электронной техники?
40. Что происходит в электронных устройствах при воздействии радиации?
41. Каковы меры по повышению радиационной стойкости изделий электронной техники?
42. Какие проблемы в технологии полупроводниковых приборов можно решить с помощью структуры КНИ?
43. Каковы основные преимущества структур КНИ перед обычными кремниевыми

под- ложками?

44. Каковы основные свойства технологии Smart Cut?
45. Что понимают под процессом SIMOX?
46. Каковы основные свойства технологии срачивания пластин?
47. Каково место эпитаксии в создании структур КНИ?
48. Каковы преимущества структур КНС и каковы ограничения в развитии КНС направления?
49. Каковы преимущества карбидокремниевой электроники?
50. Каковы основные направления использования приборов на карбиде кремния?
51. Какие устройства реально создаются на основе карбида кремния?
52. Какова эволюция метода получения монокристаллов карбида кремния?
53. Каковы преимущества графена как возможного материала для создания транзистора?
54. Каковы перспективы алмаза как материала экстремальной электроники?
55. Что представляет собой тиристор и почему его считают прибором силовой электроники?
56. Почему коммутационные и частотные характеристики биполярных транзисторов лучше, чем у запираемых тириستоров?
57. Сколько поколений насчитывает развитие биполярного транзистора с изолированным затвором?
58. Почему полевые транзисторы лучше защищены от радиации и температуры, чем биполярные транзисторы?
59. Каковы предельные рабочие токи и напряжения для современных МОПтранзистора?
60. Какие приборы силовой электроники наиболее распространены в устройствах мощностью до нескольких сотен киловатт?
61. Каковы основные особенности планарной технологии?

#### ***Рекомендации при подготовке к коллоквиуму***

- проработать конспекты лекций по вопросам коллоквиума;
- прочитать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемым вопросам;
- ответить на вопросы коллоквиума;
- при затруднениях, проконсультироваться с преподавателем.

#### ***Критерии оценивания***

<b>Оценка</b>			
<b>Неудовлетворительно 2 балла</b>	<b>удовлетворительно 4 балла</b>	<b>хорошо 6 баллов</b>	<b>отлично 8 баллов</b>
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.

Образцы тестовых заданий

**(контролируемые компетенции ОПК-3)**

1. Какова природа уровней Тамма?



- монотонное изменение периодичности кристаллической решетки
  - + поверхностные состояния, обусловленные обрывом периодической решетки кристалла на поверхности
  - поверхностные состояния связанные с структурными изменениями поверхности
  - поверхностные состояния связанные с поверхностными дефектами
2. Что вы понимаете под реальным кристаллом?
    - + структура кристалла с содержанием дефектов
    - структура кристалла с идеальной периодичностью расположения атомов
    - аморфная структура
    - структура кристалла с содержанием инородных включений
  3. Что вы понимаете под реальной поверхностью?
    - шероховатая поверхность
    - полированная поверхность
    - + поверхность с дефектами и сверхструктурой
    - идеальная поверхность
  4. Что понимают под атомным кластером?
    - конгломерат разнородных атомов - скопление частиц
    - частицы микронных размеров
    - + компактная обособленная группа связанных друг с другом атомов, молекул или ионов
  5. Что понимают под законом Мура?
    - + количество транзисторов, размещаемых на кристалл интегральной схемы, удваивается каждые 24 месяца
    - количество транзисторов, размещаемых на кристалл интегральной схемы, удваивается каждые 18 месяцев
    - количество транзисторов, размещаемых на кристалл интегральной схемы, удваивается каждые 30 месяцев
    - количество транзисторов, размещаемых на кристалл интегральной схемы, удваивается каждые 28 месяцев
  6. Почему обработка электронным лучом ведется в высоком вакууме?
    - для защиты катода от окисления источника электронов
    - + для предотвращения загрязнений поверхности -
    - для изоляции от внешней атмосферы
    - для технологических целей
  7. Что понимают под сверхпроводимостью? + проводники с нулевым сопротивлением - проводники с малым сопротивлением
    - проводники с высоким сопротивлением - проводники с остаточным сопротивлением
  8. Что означает термин «криогенная электроника»?
    - высокотемпературная электроника
    - + низкотемпературная электроника
    - сверхпроводниковая электроника
    - космическая электроника
  9. Каковы частоты и длины волн сверхвысокочастотного диапазона?
    - 200-400 000 МГц
    - 150-500 000 МГц
    - + 100-300 000 МГц
    - 50-450 000 МГц

#### ***Методические рекомендации по подготовке к тестированию***

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 выполненных заданий.	50-70% правильно выполненных заданий.	71-85% правильно выполненных заданий.	86-100% правильно выполненных заданий.

## **6. Промежуточная аттестация (контролируемые компетенции ОПК-3)**

### ***Список основных вопросов к устному экзамену***

- Идеальные и реальные кристаллы и поверхности.
- Природа поверхностного потенциала и уровней Тамма.
- Концентрации поверхностных состояний. Быстрые и медленные энергетические состояния.
- Атомный кластер. движущая сила в образовании кластера.
- Методы исследования нанокластеров.
- Межфазная граница и полупроводниковая сверхрешетка
- Возможности эпитаксии в формировании структур с минимальным рассогласованием по параметрам решетки.
- Напряженная полупроводниковая структура и применения напряженных гетеро-структур.
- Эпитаксия и поверхностные процессы происходят при выращивании тонкой пленки методом МЛЭ.
- Чем определяется конденсация на подложку нового материала из газовой фазы?
- Преимущества метода МЛЭ и механизм послойного роста.
- Механизмы роста Вольмера – Вебера и Странски – Крастанова.
- Что представляет собой механизм роста «статистическое осаждение»?
- Общее и различие между методами МЛЭ и РГФ МОС.
- Фотолинтографии. Закон Мура
- Каков прогноз уменьшения длины затвора МДП-транзисторов?
- Достижения в минимальном размере и длине канала К L.
- Длины волн эксимерных лазеров и от чего они зависят?

19. Новые методы получения рисунка с размерами элементов менее 100 нм.
20. Разрешающая способность электронно-лучевого экспонирования по сравнению с фотоэкспонированием.
21. рентгеновская литография. Преимущества рентгеновской литографии.
22. Возможности электронного луча как инструмента прецизионной технологии.
23. Сущность ионной литографии.
24. Разрешающая способность позитивных резистов в случае ионно-лучевого экспонирования.
25. Гетероструктура как типичный пример эффекта размерного квантования.
26. Практические применения процесса туннелирования электрона.
27. Перспективы применения пористого кремния в нанoeлектронике.
28. Возможности метода молекулярно-лучевой эпитаксии?
29. Механизмы послойного и островкового роста пленок
30. Смысл терминов «гетероэпитаксия», «гомоэпитаксия», «хемоэпитаксия».
31. Эффект размерного квантования.
32. Квантовая яма, квантовая нить, квантовая точка.
33. Методы исследования самоорганизованных квантовых точек.
34. Композиционные и легированные сверхрешетки.
35. Структура кремний-на-изоляторе (КНИ).
36. Углеродные нанотрубки и каковы идеи создания на их основе электронных устройств.
37. Сверхпроводниками I и II рода.
38. Микроволновые электронные приборы.
39. Предел частот и длин волн сверхвысокочастотного диапазона.
40. Интегральная оптика СВЧ. Сферы применения микроволновой техники.
41. Связь между длиной волны, скоростью распространения волны и частотой колебания электромагнитного поля.
42. Природа радиоволн.
43. Сравните скорости движения электрона и распространения электромагнитного поля по телефонному проводу.
44. Факторы необходимые для достижения предельной скорости передачи данных?
45. Что представляет собой СВЧ-терапия?
46. Лазер на двойной гетероструктуре (ДГС-лазер)
47. Применение светоизлучающих диодов в микроволновых системах.
48. Передается информация по оптоволоконному кабелю.
49. Структура оптоволоконного кабеля и его недостатки.
50. Характеристики оптоволоконного кабеля по помехозащищенности и секретности передаваемой информации.
51. Принципиальные различия одномодового и многомодового кабеля.
52. Устройство наземной телевизионной передающей сети.
53. Спутниковые системы связи осуществляющие распределение сигналов ТВ программ по территории России.
54. Основные структуры построения систем кабельного телевидения.
55. Основные преимущества сотовых систем телевидения.
56. Геоостационарная орбита искусственного спутника Земли.
57. Преимущества систем мобильной связи и этапы развития сотовой связи.
58. Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС).
59. Устройства составляющие элементную базу волоконно-оптических линий связи.
60. Радиационная стойкость изделий электронной техники.
61. Влияние радиации на электронные устройства.
62. Основные свойства технологии Smart Cut. 63. Основные направления использования приборов на карбиде кремния.

64. Устройства, создаваемые на основе карбида кремния.
65. Преимущества графена как возможного материала для создания транзистора.
66. Предельные рабочие токи и напряжения для современных МОП-транзистора.
67. Основные особенности планарной технологии

### *Методические рекомендации при подготовке к экзамену*

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 дополнительную 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.

#### *Распределение баллов текущего, рубежного контроля и экзамена*

№		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3 точка
<b>1.</b>	<b>Текущий контроль</b>				
	посещение занятий	10 баллов	3 балла	3балла	4 балла
	выполнение и защита лабораторных работ	21 балл	7 баллов	7 баллов	7 баллов
<b>2.</b>	<b>Рубежный контроль</b>				
	тестирование	15 баллов	5 баллов	5 баллов	5 баллов
	коллоквиум	24 балла	8 баллов	8 баллов	8 баллов
<b>Итого</b>		<b>70 баллов</b>	<b>23 балла</b>	<b>23 балла</b>	<b>24 балла</b>

Критерии оценивания

При освоении дисциплины формируются компетенции ОПК-1, ОПК-4. Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

- формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов);
- приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (лабораторные работы, самостоятельная работа студентов);
- закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (лабораторные работы, практики, выпускная квалификационная работа).

*Критерии оценки качества освоения дисциплины, завершающейся зачетом*

Баллы (рейтинговой оценки)	Результат освоения	Требования уровню сформированности компетенций
----------------------------	--------------------	--

61-70	Зачтено (без процедуры сдачи зачета)	Обучающийся освоил знания, умения и навыки входящие в состав компетенций: – ОПК-3– способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач.
36-61	Зачтено (с процедурой сдачи зачета)	Обучающийся проявляет компетенцию ОПК-3, но не в полном объеме входящих в их состав действий. Обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы.
менее 36 балла	не допущен к зачету	Компетенции не сформированы

«Зачтено» выставляется обучающемуся, продемонстрировавшему полное, всестороннее, осознанное правильное знание программного материала и изложившему ответ логично, грамотно, убедительно, готового к дальнейшему профессиональному совершенствованию. При ответе обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в самостоятельном изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы, в результате наводящих вопросов с помощью преподавателя исправлять допущенные ошибки и неточности.

«Не зачтено» может быть выставлено обучающемуся, обнаружившему неполное, неосознанное знание учебно-программного материала, допускающему грубые ошибки, неспособному самостоятельно изложить ответ на вопрос, отвечающему неправильно или не дающему ответ на заданные вопросы. Демонстрируемый уровень знаний не может быть признан достаточным для профессиональной деятельности.

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

Таблица 6. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке.

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала
способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач (ОПК-3); - Предлагает с использованием современных информационных технологий новые идеи и подходы к решению инженерных задач. ОПК-3.3.	<b>Знать</b> принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет-технологий, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и профессиональной сфере деятельности. <b>Уметь</b> использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности. <b>Владеть</b> методами математического моделирования радиотехнических устройств и систем, технологических процессов с использованием современных информационных технологий.	Коллоквиум (раздел 5.1) Тестирование (раздел 5.2), (раздел 6)

### 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

#### Основная литература:

1. Герасименко, Н. Н. Мир материалов и технологий. Кремний – материал нанoeлектроники / Н. Н. Герасименко, Ю.Н. Пархоменко. – М. : Техносфера, 2006. – 355 с.



2. Юзова, В. А. Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники : лаб. практикум. Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – 124 с. –
3. Барыбин, А. А. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы / А. А. Барыбин. – М. : Физматлит, 2006. – 293 с.

#### Дополнительная литература:

1. Нано- и микросистемная техника. От исследований к разработкам : сб. статей / ред. П. П. Мальцев. – М. : Техносфера, 2005. – 589 с. :
2. Драгунов, В. П. Основы нанoeлектроники : учеб. пособие / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2000. – 332 с.
3. Чаплыгин, Ю. А. Нанотехнологии в электронике / Ю. А. Чаплыгин. – М. : Техносфера, 2005. – 285 с.
4. Шик, А. Я. Физика низкоразмерных систем / А. Я. Шик, Л. Г. Бакуева, С. Ф. Мусихин. – СПб., 2001. – 346 с.
5. Нанотехнология в ближайшем десятилетии / под ред. М. К. Роко, Р. С. Уильямса, П. Аливисатоса. – М., 2002. – 189 с.
6. Шик, А. Я. Введение в сверхпроводимость : учеб. пособие / А. Я. Шик, С. Н. Лыков. – М., 2001. – 102 с.: ил.
7. Шувалов, В. П. Телекоммуникационные системы и сети : учеб. пособие : в 3-х т. Т. 2 / В. П. Шувалов. – М. : Горячая линия-Телеком, 2004. – 672 с.
8. Шелованова, Г. Н. Современные проблемы электроники: кремниевая электроника : учеб. пособие / Г. Н. Шелованова. – Красноярск : ИПЦ КГТУ, – 2006. – 178 с.
9. Шелованова, Г. Н. Физические основы микроэлектроники. Полупроводниковые гетеро- структуры в микро- и нанoeлектронике : учеб. пособие / Г. Н. Шелованова. – Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2005. – 181 с.
10. Зимин, С. П. Пористый кремний – материал с новыми свойствами / С. П. Зимин // Соросовский образовательный журнал. – 2004. – Т.8 (№ 1) –С. 101–107.
11. Зимин, С. П. Электрические свойства пористого кремния / С. П. Зимин // ФТП. – 2000. – Т. 34 (вып. 3). – С. 359–363.
12. Нанотехнология: физика, процессы, диагностика, приборы / под ред. В. В. Лучинина, Ю. М. Таирова. – М. : Физматлит, 2006. – 552 с.
13. Савченко, М. А. Высокотемпературная сверхпроводимость: учеб. пособие / М. А. Савченко, А. М. Савченко, А. В. Стефанович. – М. : МГТУ им. Баумана, 2002. – 836 с.
14. Хохлова, Н. М. Информационные технологии / Н. М. Хохлова. – М. : ПриорИздат, 2004. – 192 с.
15. Носов, Ю. Р. Оптоэлектроника / Ю. Р. Носов. – М. : Радио и связь, 2004. – 360 с.
16. Гуртов, В. А. Твердотельная электроника / В. А. Гуртов. – М. : Техносфера, 2005. – 350 с.
17. Ерамаков, О. Н. Мир электроники. Прикладная оптоэлектроника. – М. : Техносфера. – 2004. – 372 с.
18. Бехштейн, Ф. Поверхности и границы раздела полупроводников / Ф. Бехштейн, Р. Эндерлайн. – М. : Мир, 1990. – 72 с.
19. Сейсян, Р. Нанолитография СБИС в экстремально дальнем вакуумном ультрафиолете / Р. Сейсян. – Санкт-Петербург, 2002. – 417 с.
20. Максимов, Е. Г. Проблема высокотемпературной сверхпроводимости. Современное состояние : учеб. пособие / Е. Г. Максимов. – М., 2000. – 533 с.
21. Мильвидский, М. Г. Полупроводниковый кремний на пороге XXI века / М. Г. Мильвидский // Материалы электронной техники. – 2000. – № 3. – С. 4–14.
22. Асеев, А. Л. Перспективы применения структур «кремний-наизоляторе» в микро-, нано- электронике и микросистемной технике / А. Л. Асеев и др. // Микросистемная техника. – 2002. – № 9. – С. 25–29.

23. Алферов, Ж. И. История и будущее полупроводниковых гетероструктур / Ж. И. Алферов  
// Физика и техника полупроводников. – 1998. – Т. 32. – № 1. – С. 3–18.



## Периодические издания.

Научные журналы:

1. Успехи физических наук.
2. Физика твердого тела.
3. Известия АН РФ, Серия физическая.
4. Неорганические материалы. и др.

## Интернет-ресурсы

Электронная библиотека КБГУ.....<http://lib.kbsu.ru>  
Единое окно доступа к образовательным ресурсам.....<http://window.edu.ru> Информационно-справочный портал.....[library.ru](http://library.ru)  
Публичная электронная библиотека.....[Public- library.narod.ru](http://Public-library.narod.ru) Российский общеобразовательный портал.....[www.school.edu.ru](http://www.school.edu.ru)  
Федеральный портал «Российское образование».....[www.edu.ru](http://www.edu.ru)  
Энциклопедии, словари, справочники.....[www.enciklopedia.by.ru](http://www.enciklopedia.by.ru)  
Российская государственная библиотека (РГБ).....E-mail: [post@rsl.ru](mailto:post@rsl.ru)  
Библиотека Российской академии наук (БАН).E-mail: [ban@info.ras.ru](mailto:ban@info.ras.ru).  
<http://www.ban.ru>

## 9. Программное обеспечение современных информационнокоммуникационных 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 сред Microsoft Excel, MathCad.
4. В рамках обеспечения применения компьютерных технологий в образовательном процессе имеются специализированные компьютерные классы с современным программным обеспечением и имеющим выход в Интернет.

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническую базу для проведения занятий по дисциплине составляют:

- специализированная аудитория, используемая при проведении занятий лекционного типа №238, оснащенная мультимедийным проектором и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы; рабочее место преподавателя; рабочие места студентов.

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

Дисциплина обеспечена:

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

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории №153 «Физика конденсированного состояния», оснащенной необходимым оборудованием и стендами для изучения структуры и свойств твердых тел.

Студенты имеют доступ через Интернет доступ к электронной обучающей системе «Moodle» (Открытый университет), которая позволяет размещать электронные учебные курсы в свободном доступе 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).

\_\_\_\_\_ учебный год

[illegible]

№ \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Заведующий кафедрой**

дата

расшифровка подписи