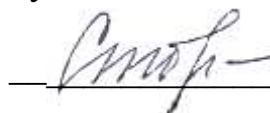


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сахалинский государственный университет»

Кафедра геологии и нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ОПОП

 /А.Е. Сторожева

« 24 » июня 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины (модуля)

Б1.В.04 «Физика полупроводников и полупроводниковых приборов»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

21.03.01 Нефтегазовое дело
(код и наименование направления подготовки)

Автоматизированные системы управления технологическими процессами в
нефтегазовой отрасли

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

г. Южно-Сахалинск, 2022 год

Рабочая программа дисциплины «Физика полупроводников и полупроводниковых приборов» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Программу составил(и):

А.Г. Метелев, старший преподаватель

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание


подпись

Рабочая программа дисциплины физика утверждена на заседании кафедры электроэнергетики и физики протокол № 9 «24» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой

Я.В. Денисова

фамилия, инициалы


подпись

Рецензент(ы):

Грецкая Елена Владимировна, к.г.-м.н., старший научный сотрудник,
заместитель гл. геолога ОАО «Дальморнефтегеофизика»

Ф.И.О., должность, место работы


подпись

1 Цель и задачи дисциплины (модуля)

Цель дисциплины (модуля):

Изучение дисциплины «Физика полупроводников и полупроводниковых приборов» направлено на формирование элементов компетенций основанных на знании основных идей и представлений теории и методов современной физики полупроводников. Рассматриваются основы зонной теории твердого тела, поведение носителей заряда во внешних полях, статистика электронов и дырок в полупроводниках, статистика рекомбинации неравновесных носителей заряда, явления в контактах, р-п переход. В курсе также затрагиваются некоторые вопросы физики полупроводниковых систем пониженной размерности, такие как нахождение энергетического спектра электрона в низкоразмерных системах, плотность состояний в системах пониженной размерности, уровень Ферми в 2D-системах, особенности экранирования электрического поля в 2D-системах. Излагаются элементы физики неупорядоченных полупроводников. Изучаются общие особенности энергетического спектра неупорядоченных систем, даются основные представления о переносе носителей заряда и оптических переходах в неупорядоченных полупроводниках. Уделяется внимание применению изученных физических моделей для интерпретации имеющихся в литературе экспериментальных результатов.

Задачи дисциплины (модуля):

Задачами дисциплины является овладение основными фундаментальными понятиями, законами и теориями физики полупроводников, а также основными методами исследования физических свойств полупроводников; формирование приемов и методов решения конкретных задач из различных областей физики полупроводников.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.04 «Физика полупроводников и полупроводниковых приборов» является обязательной для изучения в 6 семестр обучения. Математическая подготовка студентов определяется курсом высшей математики, базовая подготовка – курсом физики.

Физика полупроводников и полупроводниковых приборов является базовой дисциплиной для последующих дисциплин обеспечивающих инженерную подготовку бакалавра (постреквизиты): автоматизация технологических процессов и производств, средства автоматизации производственных процессов, оборудование и автоматизированные системы нефтегазового комплекса, системы ЧПУ, робототехника и обрабатывающие центры и др.

3 Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине

Коды компетенции	Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПКС - 7	ПКС-7. Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством	ПКС-7.1 Знает принципы автоматизации технологических процессов и производств, средства автоматизации и управления, современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством ПКС-7.2 Умеет выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством ПКС-7.3 Владеет способностью выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единиц.

Очная форма обучения:

Виды работ	Трудоемкость акад. часов	
	6 семестр	Всего
Общая трудоемкость	72	72
Контактная работа:	36	36
Лекции (Л)	16	16
Лабораторные занятия (ЛЗ)	16	16
Практические занятия (ПЗ)		
Контактная работа в период теоретического обучения (Конт ТО)	4	4
Конт ПА		
Контроль		
Самостоятельная работа (СР):	36	36
Самостоятельное изучение разделов	16	16
Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	20	20

4.2 Распределение видов работы и их трудоемкости по разделам дисциплины (модуля)

Очная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины/ темы	Виды учебной работы (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
		Семестр	контактная				СР	Контроль	
			Лекции	ПЗ	ЛЗ	Конт ТО/ Конт ПА			
1.	Введение в теорию полупроводников	6	2		2	2/	10	Опрос, тестирование, защита индивидуальных заданий; зачет.	
2.	Кинетические, контактные и поверхностные явления в полупроводниках		6		6		10		
3.	Термоэлектрические и термомагнитные явления в полупроводниках		4		4	1/	6		
4.	Полупроводниковые приборы		4		4	1/	10		

4.3 Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Введение в теорию полупроводников

Роль полупроводников в современной физике и технике. Вещества, относящиеся к полупроводникам. Особенности их кристаллической структуры и характер химической связи. Зонная структура полупроводниковых материалов. Основные особенности электрических свойств полупроводников. Влияние примесей. Основы практического использования полупроводников.

Тема 2. Статистика носителей заряда в полупроводниках.

Плотность квантовых состояний. Функция распределения Ферми-Дирака. Невырожденные, вырожденные и примесные полупроводники. Степень заполнения примесных уровней. Концентрация электронов и дырок. Положение уровня Ферми и концентрация носителей заряда в собственном и примесном полупроводниках. Закон действующих масс. Уравнение электронейтральности. Температурная зависимость положения уровня Ферми и концентрации носителей заряда в полупроводнике, легированном одним типом примеси, в компенсированном полупроводнике.

Тема 3. Кинетические явления в полупроводниках.

Электропроводность полупроводников в слабых электрических полях. Подвижность электронов и дырок. Электропроводность собственного и примесного полупроводников. Температурная зависимость подвижности и электропроводности при различных механизмах рассеяния носителей заряда. Уравнение непрерывности. Диффузионный и дрейфовый токи в полупроводнике. Соотношения Эйнштейна. Закон полного тока. Неравновесные носители заряда. Генерация и рекомбинация носителей заряда. Электропроводность полупроводников в сильных электрических полях.

Тема 4. Контактные явления в полупроводниках.

Электронно-дырочный переход. Распределение примесей, объемного заряда, свободных носителей, напряженности поля и потенциала на р-п – переходе. Энергетические диаграммы р-п – перехода в равновесном состоянии и под влиянием внешнего поля. Выпрямление на р-п-переходе. Вольт-амперная характеристика р-п перехода. Пробой р-п-перехода. Дифференциальное сопротивление и емкость р-п перехода. Контакт «металл-полупроводник». Переход Шоттки. Полупроводник во внешнем электрическом поле. Работа выхода. Контактная разность потенциалов. Выпрямление на контакте металл-полупроводник. Контакт между полупроводниками одного типа проводимости. Гетеропереходы. Свойства омических переходов.

Тема 5. Поверхностные явления в полупроводниках.

Уравнение Пуассона. Поверхностный потенциал. Поверхностная проводимость. Эффект поля. МДП-структура. Емкость МДП-структуры.

Тема 6. Термоэлектрические и термомагнитные явления, эффект Холла, гальваномагнитные явления. Эффект Холла, эффект Холла в полупроводниках с двумя

типами носителей заряда. Магниторезистивный эффект. Эффект Пельтье, эффект Томсона и эффект Зеебека.

Тема 7. Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках. Фотопроводимость. Фотовольтаические эффекты. Спонтанное и вынужденное излучения. Лазеры. Спектр отражения и спектр поглощения оптического излучения. Собственное поглощение света, прямые и не прямые переходы. Влияние внешних воздействий на собственное поглощение полупроводников. Экситонное поглощение, поглощение свободными носителями заряда, примесное и решеточное поглощение. Фоторезистивный эффект, квантовый выход, коэффициент усиления. Зависимость фототока от интенсивности света, кинетика фототока.

Тема 8. Полупроводниковые приборы. Исторический обзор создания полупроводниковых приборов и техники. Интегральные схемы. Диоды. Тиристоры и фототиристоры. Транзисторы. Приборы с зарядовой связью. Оптоэлектрические приборы. Детекторы излучений. Терморезисторы. Датчики Холла.

4.4 Темы и планы практических/лабораторных занятий

Лабораторное занятие №1

Определение ширины запрещенной зоны полупроводника.

Цель: изучить статистику электронов и дырок собственного полупроводника, знакомство с зонной теорией полупроводника.

Результатом выполнения заданий являются навыки анализа температурной зависимости сопротивления собственного полупроводника, соотнесения экспериментальных результатов с зонной теорией и статистикой электронов и дырок в полупроводнике.

Лабораторное занятие №2.

Определение диффузионной длины и времени жизни неосновных носителей заряда в полупроводниках

Цель: определение диффузионной длины и времени жизни неосновных носителей заряда. Метод основан на измерении пространственного распределения концентрации неравновесных носителей заряда, возбужденных светом.

Результатом выполнения заданий являются знакомство с понятием неравновесные носители заряда, формирования понимания влияния параметров процессов генерации и рекомбинации в полупроводнике на быстроедействие полупроводниковых структур, формирование навыков измерения параметров кинетических процессов.

Лабораторное занятие №3

Определение контактной разности р-п- перехода

Цель: из вольт-фарадной характеристики резкого р-п-перехода определить контактную разность р-п-перехода, концентрацию легирующей примеси.

Результатом выполнения заданий является знакомство с теорией барьерной емкости в р-п переходе, формирование навыка анализа экспериментальных зависимости емкости полупроводниковой структуры от напряжения.

Лабораторное занятие №4

Исследование электрических характеристик контакта металл-полупроводник

Цель: Изучение принципа работы диодов Шоттки, измерение и анализ вольт-амперных характеристик (ВАХ) и вольт-фарадных характеристик (ВФХ), определение основных параметров диодов.

Результатом выполнения заданий является знакомство с принципом работы структур на основе барьера Шоттки, формирования навыков экспериментального анализа электрических характеристик подобных структур.

Лабораторная занятие №5

Исследование статических вольт-амперных характеристик МДП-транзистора с индуцированным каналом.

Цель: ознакомиться с ВАХ и основными дифференциальными статическими параметрами полевых транзисторов с изолированным затвором (МДПтранзисторов).

Результатами выполнения заданий является формирование навыка измерения порогового напряжения МОПТ, его передаточных и выходных вольт-амперных характеристик, определения статических дифференциальных параметров.

Лабораторное занятие №6.

Исследование спектров поглощения света в полупроводниках

Цель: изучение спектральной зависимости коэффициента поглощения света в полупроводниках. Выявление области собственного поглощения. Определение ширины запрещенной зоны образца

Результатом выполнения заданий является формирование навыков работы с спектрометром СФ-46, представлений о зонной структуре прямозонного и непрямозонного полупроводника, экспериментального анализа спектров поглощения полупроводника.

Лабораторное занятие № 7-8

Исследование фотопроводимости в полупроводниках

Цель: изучение фотоэлектрических в полупроводниках.

Измерение спектральной зависимости полупроводникового фотоприемника, определение красной границы фотоэффекта. Определение времени жизни неравновесных носителей заряда.

Результатом выполнения заданий является формирование представление о фотопроводимости в полупроводнике, механизмов образования неравновесных носителей заряда, навыков экспериментального определения времени жизни неравновесных носителей заряда методом фотопроводимости.

5 Темы дисциплины (модуля) для самостоятельного изучения

1. Основы зонной теории кристаллических твердых тел. Основные приближения зонной теории. Уравнение Шредингера для электронов в кристалле в одноэлектронном приближении. Теорема Блоха. Квазиимпульс и зона Бриллюэна.
2. Кристаллы во внешних полях. Неидеальные кристаллы.
3. Равновесная статистика электронов и дырок в полупроводниках.
4. Неравновесные электроны и дырки. Статистика рекомбинации электронов и дырок.

Форма отчета по темам самостоятельного изучения – конспект, выполнение заданий на лабораторных занятиях

6 Образовательные технологии

При проведении учебных занятий используются следующие образовательные технологии:

1. Методы проблемного обучения;
2. Дискуссия;
3. Мозговой штурм;
4. Работа в команде (лабораторные занятия);
5. Проектный метод (лабораторные занятия);
6. Исследовательский метод (лабораторные занятия).

7 Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

1. Строение полупроводников. Кристаллическая решетка. Классификация кристаллических решеток по характеру химической связи.
2. Кристаллическая решетка полупроводников. Симметрия кристаллов. Решетки Бравэ. Классификация кристаллических решеток по отношению к операциям симметрии.
3. Кристаллическая решетка полупроводников. Решетки Бравэ. Положение узлов кристаллической решетки. Положение и ориентация плоскостей и направлений в кристалле. Индексы Миллера.
4. Кристаллическая решетка полупроводников. Дефекты кристаллической решетки. Классификация дефектов.
5. Обобществление электронов в кристалле. Образование энергетических зон. Деление твердых тел на проводники, полупроводники и диэлектрики.
6. Обобществление электронов в кристалле. Образование энергетических зон. Влияние дефектов на зонную структуру твердых тел.
7. Квантовомеханическое описание электронов в кристаллах. Приближение сильной и слабой связи. Волновые функции и энергетический спектр почти свободных электронов.
8. Волновые функции и энергия электронов, движущихся в периодическом поле кристалла. Эффективная масса электронов.
9. Функция распределения электронов в металле. Уровень Ферми и энергия Ферми. Связь энергии Ферми с концентрацией электронного газа в металле.
10. Положение уровня Ферми и концентрация свободных носителей в собственных полупроводниках. Зависимость концентрации свободных носителей от температуры.
11. Положение уровня Ферми и концентрация носителей в примесных полупроводниках n-типа. Область низких температур, область истощения примеси, область собственной проводимости.
12. Положение уровня Ферми и концентрация носителей в примесных полупроводниках p-типа. Область низких температур, область истощения примеси, область собственной проводимости.
13. Положение уровня Ферми и концентрация свободных носителей в собственных и примесных полупроводниках. Закон действующих масс.
14. Нормальные колебания решетки. Спектр нормальных колебаний. Температура Дебая.
15. Фононы. Зависимость концентрации фононного газа от температуры.
16. Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Закон Дебая. Закон Дюлонга и Пти.
17. Теплоемкость твердых тел. Электронная теплоемкость.
18. Теплопроводность твердых тел. Решеточная и электронная теплопроводность.
19. Дрейф электронов под действием внешнего поля. Подвижность носителей заряда. Связь подвижности с временем релаксации и длиной свободного пробега.

20. Удельная электропроводность проводников. Связь электропроводности с подвижностью носителей заряда. Электропроводность невырожденного и вырожденного газов.
21. Удельная электропроводность проводников. Электропроводность невырожденного и вырожденного газов. Закон Видемана-Франца-Лоренца.
22. Удельная электропроводность проводников. Связь электропроводности с подвижностью носителей заряда. Зависимость подвижности носителей заряда от температуры.
23. Электропроводность чистых металлов и сплавов. Закон Нордгейма. Правило Матиссена об аддитивности удельного сопротивления.
24. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Закон действующих масс. Зависимость примесной проводимости от температуры.
25. Эффекты сильного поля (разогрев электронного газа; эффект дрейфового насыщения; термоэлектронная ионизация; ударная ионизация; электростатическая ионизация).
26. Эффект Ганна. Отрицательная дифференциальная проводимость. Физические принципы работы диодов Ганна.
27. Взаимодействие света с веществом. Коэффициенты отражения и поглощения. Закон Бугера-Ламберта.
28. Взаимодействие света с веществом. Собственное поглощение света в полупроводниках, поглощение свободными носителями заряда и поглощение примесными центрами.
29. Взаимодействие света с веществом. Фотопроводимость полупроводников и ее использование в электронике.
30. Фотовольтаические эффекты. Эффект Дембера.
31. Вентильный эффект. Фото- ЭДС и её практическое использование.
32. Гальваномагнитные явления. Эффект Холла. Связь постоянной Холла с концентрацией и знаком носителей заряда.
33. Гальваномагнитные явления. Эффекты Эттингсгаузена и Нернста. Изменение электропроводности проводников в магнитном поле.
34. Контакт двух металлов. Контактная разность потенциалов. Внешняя и внутренняя контактная разность потенциалов. Толщина двойного электрического слоя, возникающего в месте контакта двух металлов.
35. Контакт металла с полупроводником. Влияние контактного поля на энергетические уровни полупроводника. Выпрямляющие свойства контакта металла с полупроводником. Диоды Шоттки.
36. Р-п-переход. Вольт-амперная характеристика р-п-перехода.
37. Гетеропереходы. Вольт-амперная характеристика гетероперехода.
38. Поверхностные явления в полупроводниках. Уровни Тамма
39. Перенос зарядов через тонкие полупроводниковые пленки.

8 Система оценивания планируемых результатов обучения

Форма контроля	За одну работу		Всего
	Мин. баллов	Макс. баллов	
Текущий контроль:			
<i>опрос</i>	3	5	20
<i>тестирование</i>	5	8	16
<i>индивидуальное задание (выполнение и защита)</i>	16	24	24
Промежуточная аттестация (<i>зачет</i>)	20	40	40
Итого за семестр	52	100	100

9 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1 Основная литература

1. Старосельский, В. И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники : учебное пособие для вузов / В. И. Старосельский. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 463 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-0808-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/509181>
2. Горлач, В. В. Физика: квантовая физика. Лабораторный практикум : учебное пособие для вузов / В. В. Горлач. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 114 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10137-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/513821>
3. Смирнов, В. И. Физика полупроводниковых приборов : учебное пособие / В. И. Смирнов. — Ульяновск : Ульяновский государственный технический университет, 2022. — 204 с. — ISBN 978-5-9795-2198-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/129294>

9.2 Дополнительная литература

1. Кольцов, Г. И. Физика полупроводниковых приборов. Расчет параметров биполярных приборов : сборник задач / Г. И. Кольцов, С. И. Диденко, М. Н. Орлова. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2012. — 78 с. — ISBN 978-5-87623-533-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/56589.html>
2. Ланге, П. К. Физика полупроводников и нанотехнологий : учебно-методическое пособие / П. К. Ланге. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 88 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91129.html>

3. Червяков, Г. Г. Электронная техника : учебное пособие для вузов / Г. Г. Червяков, С. Г. Прохоров, О. В. Шиндор. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 250 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10000-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/517271>

9.3 Программное обеспечение

1. «Антиплагиат. ВУЗ». Лицензионный договор №194 от 22.03. 2018 года.
2. Microsoft VisualFoxPro Professional 9/0 Win32 Single Academic OPEN (бессрочная), (лицензия 49512935).
3. Microsoft Win Home Basic 7 Russian Academic OPEN (бессрочная), (лицензия 61031351).
4. Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN, (бессрочная) (лицензия 61031351).
5. Microsoft Internet Security&Accel Server Standart Ed 2006 English Academic OPEN,(бессрочная), (лицензия 41684549).
6. Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN, (бессрочная), (лицензия 60939880).
7. Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN, (бессрочная), (лицензия 60939880).
8. Kaspersky Endpoint Security длябизнеса - Расширенный Russian Edition. 1000-1499 Node 2 year Educational Renewal License (лицензия 2022-190513-020932-503-526), срокпользованияс 2019-05-13 по 2021-04-13.
9. ABBYYFineReader 11 Professional Edition, (бессрочная), (лицензия AF11-2S1P01-102/AD).
10. Microsoft Volume Licensing Service, (бессрочная), (лицензия 62824441).

9.4 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)
2. Электронная библиотечная система IPR BOOKS (<http://www.iprbookshop.ru>)
3. Образовательная платформа ЮРАЙТ (<https://urait.ru>)
4. Информационно-справочный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru>)
5. Единый портал интернет-тестирования в сфере образования (<https://i-exam.ru>)
6. Образовательный портал по физике (<https://physics.ru>)
7. Образовательный портал по физике (лекции, виртуальные лабораторные работы) (<http://www.all-fizika.com>)

10 Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебные и учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

Для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

Для слепых и слабовидящих:

для глухих и слабослышащих:

- автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;
- акустический усилитель и колонки;

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;
- компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

11 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

При изучении курса физики полупроводников и полупроводниковых приборов студенты пользуются лекционными аудиториями оснащенными компьютером и проектором; специализированными учебными лабораториями кафедры геологии и нефтегазового дела и кафедры электроэнергетики и физики, которые обеспечены типовым лабораторным оборудованием и автоматизированными лабораторными комплексами.