МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента науки и инноваций
_____ В. М. Рулевский
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физические явления в твердотельных микро- и наноструктурах

Уровень образования: **высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации**
Направление подготовки / специальность: **03.06.01 Физика и астрономия**
Направленность (профиль) / специализация: **Физическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Всего аудиторных занятий	36	36	часов
4	Самостоятельная работа	36	36	часов
5	Всего (без экзамена)	72	72	часов
6	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2.0	2.0	З.Е.

Дифференцированный зачет: 4 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 31.05.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 39309

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 91 от «19» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 03.06.01 Физика и астрономия, утвержденного 30.07.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

д.т.н., профессор каф. ФЭ _____ П. Е. Троян

Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ _____ П. Е. Троян

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф. ФЭ _____ П. Е. Троян

Эксперты:

Заведующий аспирантурой _____ Т. Ю. Коротина

Доцент кафедры физической электроники (ФЭ) _____ И. А. Чистоедова

Согласована на портале № 39309

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

формирование фундаментальных знаний у аспиранта в области технологии создания и модификации твердотельных микро- и наноструктур, и приборов на их основе.

1.2. Задачи дисциплины

– получение аспирантами теоретических знаний и практических навыков в области создания, выбора и использования материалов, применяемых в твердотельных приборах;

– изучение методов получения твердотельных микро- и наноструктур.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физические явления в твердотельных микро- и наноструктурах» (Б1.В.ДВ.2.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Спецпрактикум по физической электронике, Технологии получения тонких пленок и пленочных структур, Физические основы электронно-ионно-лучевых и плазменных технологий.

Последующими дисциплинами являются: Физическая электроника.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-4 способность разрабатывать и исследовать технологии и технологические процессы получения пленочных структур и электронных приборов и устройств;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** технологии и технологические процессы получения пленочных структур и электронных приборов и устройств; методы исследования технологических процессов получения пленочных структур и электронных приборов и устройств.

– **уметь** разрабатывать технологии и технологические процессы получения пленочных структур и электронных приборов и устройств; описывать физические явления в твердотельных микро- и наноструктурах.

– **владеть** практическими навыками разработки и исследования технологий и технологических процессов получения пленочных структур и электронных приборов и устройств.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		4 семестр
Аудиторные занятия (всего)	36	36
Лекции	18	18
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа (всего)	36	36
Проработка лекционного материала	18	18
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	18	18
Всего (без экзамена)	72	72
Общая трудоемкость, ч	72	72
Зачетные Единицы	2.0	2.0

Согласована на портале № 39309

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр					
1 Свойства индивидуальных наночастиц	4	2	4	10	ПК-4
2 Объемные микро- и наноструктуры	4	4	8	16	ПК-4
3 Физические явления в микро- и наноструктурах	8	4	14	26	ПК-4
4 Применение микро-и наноструктур в твердотельных приборах	2	8	10	20	ПК-4
Итого за семестр	18	18	36	72	
Итого	18	18	36	72	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Свойства индивидуальных наночастиц	Введение в дисциплину. Металлические нанокластеры. Геометрическая структура. Электронная структура. Реакционная способность. Магнитные кластеры. Полупроводниковые наночастицы. Оптические свойства. Фотофрагментация. Кластеры инертных газов.	4	ПК-4
	Итого	4	
2 Объемные микро- и наноструктуры	Разупорядоченные твердотельные структуры. Методы синтеза. Основные свойства. Другие свойства.	4	ПК-4
	Итого	4	
3 Физические явления в микро- и наноструктурах	Принцип квантования и квантовое ограничение. Структуры с двумерным электронным газом. Структуры с одномерным электронным газом. Структуры с нульмерным электронным газом. Транспорт носителей заряда вдоль потенциальных барьеров. Фазовая интерференция электронных волн. Квантовый эффект Холла. Туннелирование носителей заряда. Структуры с вертикальным	8	ПК-4

Согласована на портале № 39309

	переносом и квантовые сверхрешетки. Одноэлектронное туннелирование. Резонансное туннелирование. Спиновые эффекты.Гигантское магнитосопротивление. Спин-зависимое туннелирование. Эффект Кондо. Спинтронные приборы.		
	Итого	8	
4 Применение микро-и наноструктур в твердотельных приборах	Лазеры с квантовыми ямами и точками. Фотоприемники на квантовых ямах. Квантово-точечные клеточные автоматы и беспроводная электронная логика. Нанокомпьютеры.	2	ПК-4
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин			
	1	2	3	4
Предшествующие дисциплины				
1 Спецпрактикум по физической электронике	+	+	+	+
2 Технологии получения тонких пленок и пленочных структур	+	+	+	+
3 Физические основы электронно-ионно-лучевых и плазменных технологий	+	+	+	+
Последующие дисциплины				
1 Физическая электроника	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-4	+	+	+	Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию, Дифференцированный зачет

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

Согласована на портале № 39309

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Свойства индивидуальных наночастиц	Электронная структура наночастиц.	2	ПК-4
	Итого	2	
2 Объемные микро- и наноструктуры	Основные свойства разупорядоченных твердотельных структур.	4	ПК-4
	Итого	4	
3 Физические явления в микро- и наноструктурах	Структуры с двумерным электронным газом.	2	ПК-4
	Квантовый эффект Холла. Спиновые эффекты.	2	
	Итого	4	
4 Применение микро-и наноструктур в твердотельных приборах	Расчет фотоприемника на квантовых ямах.	4	ПК-4
	Расчет лазеров с квантовыми ямами и точками.	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр				
1 Свойства индивидуальных наночастиц	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-4	Дифференцированный зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
2 Объемные микро- и наноструктуры	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-4	Дифференцированный зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		

Согласована на портале № 39309

3 Физические явления в микро- и наноструктурах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-4	Дифференцированный зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	8		
	Итого	14		
4 Применение микро-и наноструктур в твердотельных приборах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-4	Дифференцированный зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	10		
Итого за семестр		36		
Итого		36		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Физические основы микро- и наноэлектроники [Текст] : учебное пособие / Е. Л. Парфенова, Л. А. Терентьева, М. Г. Хусаинов. - Ростов н/Д : Феникс, 2012. - 240 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 4 экз.)

2. Троян, П.Е. Наноэлектроника [Электронный ресурс] / П.Е. Троян, Ю.В. Сахаров. — Электрон. дан. — Москва [Электронный ресурс]: ТУСУР, 2010. — 88 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/4967 (дата обращения: 13.07.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Марголин, В.И. Введение в нанотехнологию [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: учебник / В.И. Марголин, В.А. Жабрев, Г.Н. Лукьянов, В.А. Тупик. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург Лань, 2012. — 464 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/4310 (дата обращения: 13.07.2018).

2. Нанотехнологии в электронике : Монография / Н. И. Боргардт [и др.] ; ред. Ю. А. Чаплыгин ; Московский государственный институт электронной техники. - М. : Техносфера, 2005. - 446[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

3. Основы наноэлектроники : Учебное пособие для вузов / Валерий Павлович Драгунов; В.П. Драгунов, И.Г. Неизвестный, В.А. Гридчин. - Новосибирск : НГТУ, 2000. - 331 [1] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Сборник задач по полупроводниковой электронике : Учебное пособие для вузов / Н. В. Бурбаева, Т. С. Днепровская. - М. : Физматлит, 2006. - 166[2] с. (используется для аудиторной и самостоятельной работы) (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

Согласована на портале № 39309

– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Режим доступа: http://elibrary.ru

2. «Научно-образовательный портал ТУСУР» [Электронный ресурс]: научно-образовательный портал университета. – Режим доступа: http://edu.tusur.ru/

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 117 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Установка совмещения и экспонирования ЩА-310;
- Установка для нанесения фоторезиста;
- Электронный микроскоп УЭМВ-100К;
- Дистиллятор воды;
- Лабораторное оборудование и приборы: микроскоп МБС-9, микроскоп стерео МС-1, микроинтерферометр МИИ-4, химическая посуда, реактивы;
- Учебная доска;
- Проектор;
- Ноутбук;
- Экран для проектора;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
– LibreOffice
– PDF-XChange Viewer
– Windows XP

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы),

Согласована на портале № 39309

расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Какой из законов (правил) описывает, как считается, механические свойства нанокристаллических материалов?

а) Холла;
б) Холла-Петча;
в) Мура;
г) Гиббса-Вульфа.

2. Какая из указанных ниже методик не позволяет эффективно получать планарные наноструктуры?

а) FIB-литография;
б) ИК-литография;

Согласована на портале № 39309

в) СЗМ-литография;
г) контактная микропечатью.

3. Какой из параметров является наименее важным при создании полевого транзистора на основе углеродных нанотрубок?
а) толщина диэлектрического слоя;
б) тип проводимости полупроводника;
в) толщина слоя проводника;
г) длина углеродной нанотрубки.

4. На периодически модулированных поверхностях металлических пленок возможно резонансное возбуждение поверхностных...
а) экситонов;
б) магнонов;
в) фотонов;
г) поляронов.

5. Максимальное различие постоянных решеток для материалов входящих в гетероструктуру не должно превышать:
а) 1 %
б) 2 %
в) 5 %
г) 8 %

6. В какую из сверхрешеток входят полупроводники с одинаковым химическим составом:
а) композиционную
б) легированную
в) модулировано –легированную
г) во все перечисленные.

7. Точка Кюри – это температура…
а) плавления;
б) полиморфного превращения;
в) магнитного превращения;
г) кипения.

8. Практическое применение целочисленного эффекта Холла?
а) эталон силы тока;
б) эталон сопротивления;
в) эталон напряжение;
г) эталон заряда.

9. Какой квантовый эффект лежит в основе работы оптических модуляторов?
а) эффект Штарка;
б) эффект Джозефсона;
в) эффект Холла;
г) эффект Зеемана.

10. Какой квантовый эффект лежит в основе работы сверхпроводящего квантового интерференционного датчика (СКВИД)?
а) эффект Штарка;
б) эффект Джозефсона;
в) эффект Холла;
г) эффект Ааронова – Бома.

Согласована на портале № 39309

11. Чем можно объяснить существование целочисленного эффект Холла?
а) квантовым ограничением;
б) уровнями Ландау;
в) туннельным эффектом;
г) размерными уровнями.

12. На периодически модулированных поверхностях металлических пленок возможно резонансное возбуждение поверхностных...
а) экситонов;
б) магнонов;
в) фотонов;
г) фононов.

13. Что не влияет на частоту плазменного резонанса наночастиц?
а) анизотропия;
б) размер;
в) модификатор поверхности;
г) наличие точечных дефектов и F-центров (центров окраски).

14. По каким направлениям ограничено движение заряженных частиц в квантовых точках:
а) только по направлению X;
б) только по направлению Y;
в) только по направлению Z;
г) по направлениям XYZ.

15. По каким направлениям ограничено движение заряженных частиц в квантовых пленках:
а) по направлениям X и Y;
б) только по направлению Y;
в) только по направлению Z;
г) по направлениям X и Z.

16. По каким направлениям ограничено движение заряженных частиц в квантовых нитях (шнурах):
а) по направлениям X и Y;
б) по направлению Y и Z;
в) только по направлению Z;
г) по направлениям X и Z.

17. При каком из типов начальной стадии роста, возникающих при осаждении атомов на подложку из газовой фазы, происходит формирование квантовых точек:
а) Франка- Ван дер Мерве (слоевой рост);
б) Странского – Крастанова (промежуточный тип);
в) Фольмера – Вебера (островковый рост);
г) При всех перечисленных.

18. Показатель коэффициента преломления у метаматериалов...
а) равен нулю;
б) положительный;
в) отрицательный ;
г) мнимый.

19. В каких плоскостях будут существовать уровни Ландау, если вектор магнитной индукции B направлен вдоль оси Z, перпендикулярной плоскости 2D-газа:

Согласована на портале № 39309

а) в плоскости Z;
б) в плоскостях X и Y;
в) в плоскостях Y и Z;
г) в плоскостях X и Z.

20. От чего зависит сопротивление баллистической квантовой проволоки
а) от сечения;
б) от длины;
в) не зависит от геометрических размеров и равно нулю;
г) от сечения и длины.

14.1.2. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

1. Электронная структура наночастиц.

2. Свойства разупорядоченных твердотельных структур.

3. Структуры с двумерным электронным газом.

4. Фотоприемник на квантовых ямах.

14.1.3. Темы опросов на занятиях

1. Магнитные кластеры.

2. Полупроводниковые наночастицы.

3. Кластеры инертных газов.

4. Разупорядоченные твердотельные структуры.

5. Принцип квантования и квантовое ограничение.

6. Структуры с двумерным электронным газом.

7. Структуры с одномерным электронным газом.

8. Структуры с нульмерным электронным газом.

9. Транспорт носителей заряда вдоль потенциальных барьеров.

10. Фазовая интерференция электронных волн.

11. Квантовый эффект Холла.

12. Туннелирование носителей заряда.

13. Структуры с вертикальным переносом и квантовые сверхрешетки.

14. Одноэлектронное туннелирование.

14.1.4. Вопросы дифференцированного зачета

1. Металлические нанокластеры. Геометрическая и электронная структура. Реакционная способность.

2. Магнитные кластеры.

3. Полупроводниковые наночастицы. Оптические свойства.

Согласована на портале № 39309

4. Фотофрагментация.

5. Кластеры инертных газов.

6. Разупорядоченные твердотельные структуры.

7. Принцип квантования и квантовое ограничение.

8. Структуры с двумерным электронным газом.

9. Структуры с одномерным электронным газом.

10. Структуры с нульмерным электронным газом.

11. Транспорт носителей заряда вдоль потенциальных барьеров.

12. Фазовая интерференция электронных волн.

13. Квантовый эффект Холла.

14. Туннелирование носителей заряда.

15. Структуры с вертикальным переносом и квантовые сверхрешетки.

16.Одноэлектронное туннелирование.

17. Резонансное туннелирование.

18. Спиновые эффекты.

19. Гигантское магнитосопротивление.

20. Спин-зависимое туннелирование.

21. Эффект Кондо. Спинтронные приборы.

22. Лазеры с квантовыми ямами и точками.

23. Фотоприемники на квантовых ямах.

24. Нанокомпьютеры.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка

Согласована на портале № 39309

С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 39309