


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:
Декан
физико-математического
факультета
Н.Б. Федорова
«30» августа 2019 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ФИЗИКА СТРУКТУР ПОНИЖЕННОЙ РАЗМЕРНОСТИ

Уровень основной образовательной программы: бакалавриат

Направление подготовки: 16.03.01 Техническая физика

Профиль: Физическая электроника

Форма обучения: очная

Сроки освоения ОПОП: 4 года (нормативный)

Факультет: физико-математический

Кафедра: общей и теоретической физики и МПФ

Рязань, 2019

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целью освоения учебной дисциплины **Физика структур пониженной размерности** является формирование у бакалавров представлений о физических принципах действия современных структур нанoeлектроники, их приборном применении, характеристиках и методах исследования, а также компетенций, предусмотренных образовательным стандартом, и готовности обучаемого к выполнению различных видов профессиональной деятельности.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА

2.1. Учебная дисциплина **Физика структур пониженной размерности** относится к Блоку 1, циклу **Б.1.В.ДВ.6 Дисциплины по выбору** (вариативная часть).

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Физика;
Химия;
Измерительная техника;
Микро- и нанoeлектроника;
Физика твердого тела и полупроводников.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

Экспериментальные методы исследования;
Современные промышленные технологии;
Семинар по физической электронике;
Специальные вопросы нанотехнологий;
Практикум по микро- и нанoeлектронике;
Государственный экзамен.

2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных (ОК) (общепрофессиональных- ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть
1	2	3	4	5	6
1.	ОПК-3	способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовностью учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности	Основные понятия, закономерности процессов, протекающих в наноразмерных структурах; методы исследования этих процессов.	Используя современные методы исследования изучать наноразмерные структуры.	Навыками проведения экспериментальных исследований в области физики наноразмерных структур.
2.	ПК-1	готовность к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов	Особенности применения современных методов исследования и технологий изготовления наноразмерных структур.	Корректно обосновать выбор аналитического и технологического оборудования для решения поставленных задач.	Навыками применения аналитического и технологического оборудования для исследования и изготовления наноразмерных структур.

2.5 Карта компетенций дисциплины.

КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ					
НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Физика структур пониженной размерности					
Цель дисциплины	Целью освоения учебной дисциплины Физика структур пониженной размерности является формирование у бакалавров представлений о физических принципах действия современных структур наноэлектроники, их приборном применении, характеристиках и методах исследования, а также компетенций, предусмотренных образовательным стандартом, и готовности обучаемого к выполнению различных видов профессиональной деятельности.				
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общепрофессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОПК-3	способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовностью учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности	Знать: основные понятия, закономерности процессов, протекающих в низкоразмерных структурах; методы исследования этих процессов. Уметь: используя современные методы исследования изучать низкоразмерные структуры. Владеть: навыками проведения экспериментальных исследований в области физики низкоразмерных структур.	Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельной работы.	Защита лабораторных работ, зачет.	Пороговый: Знает основные закономерности процессов, протекающих в низкоразмерных структурах. Способен анализировать основные особенности механизмов электрофизических и оптических процессов в низкоразмерных структурах. Повышенный: Владеет методами исследований низкоразмерных структур.

Профессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПК-1	готовность к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов	<p>Знать: особенности применения современных методов исследования и технологий изготовления низкоразмерных структур.</p> <p>Уметь: корректно обосновать выбор аналитического и технологического оборудования для решения поставленных задач.</p> <p>Владеть: навыками применения аналитического и технологического оборудования для исследования и изготовления низкоразмерных структур.</p>	Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельной работы.	Защита лабораторных работ, зачет.	<p>Пороговый: Знает основные методы исследования и изготовления низкоразмерных структур. Способен анализировать степень применимости указанных методов для конкретной ситуации.</p> <p>Повышенный: Владеет методами изготовления и исследования низкоразмерных структур, навыками применения аналитического и технологического оборудования для решения конкретных задач.</p>

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		№ 7	
		часов	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	36	36	
В том числе:			
Лекции (Л)	18	18	
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)			
Лабораторные работы (ЛР)	18	18	
Самостоятельная работа студента (всего)	36	36	
В том числе			
<i>СРС в семестре:</i>			
Курсовая работа	КП	нет	нет
	КР	нет	нет
<i>Другие виды СРС:</i>			
Изучение литературы	10	10	
Подготовка тематических обзоров	6	6	
Подготовка к зачету	4	4	
Подготовка лабораторных работ	6	6	
Защита лабораторных работ	10	10	
<i>СРС в период сессии</i>			
Вид промежуточной аттестации	зачет (З),		
	экзамен (Э)		
ИТОГО: Общая трудоемкость	часов	72	72
	зач. ед.	2	2

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

2.1. Содержание разделов учебной дисциплины (модуля)

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
1	2	3	4
7	1	Принцип размерного квантования	Квантово-механические предпосылки. Условия наблюдения размерных эффектов. Квантовая механика простейших структур. Квантовые ямы. Квантовые точки. Квантовые нити. Двойная квантовая яма. Сверхрешетки.
	2	Технология формирования низкоразмерных структур	Требования к технологии. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Газофазная эпитаксия. Самоорганизация квантовых точек и нитей. Коллоидный синтез квантовых точек. Электрохимическое окисление кремния.
	3	Статистика электронов в низкоразмерных структурах.	Статистика носителей заряда. Экранирование. Трехмерный и двумерный случай. Примесные состояния и экситоны. Водородноподобный центр. Транспорт носителей заряда в нанопористых средах.
	4	Оптика низкоразмерных структур	Вероятность перехода. Межзонное поглощение. Межуровневые переходы. Оптическая ионизация квантовых ям. Фотонные кристаллы. Модель эффективной среды.
	5	Кинетические эффекты в низкоразмерных структурах.	Время релаксации и подвижность. Механизмы рассеяния. Модулированное легирование. Баллистический транспорт. Вертикальный перенос в системе квантовых ям.
	6	Приборные применения низкоразмерных структур.	Лазеры с квантовыми ямами и точками. Применение фотонных кристаллов. Фотоприемники. Транзисторы на основе низкоразмерных структур.

2.2. Разделы учебной дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы контроля

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестрам)	
			Л	ЛР	ПЗ/С	СРС	всего		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
7	1	Принцип размерного квантования	2			6	8	Тематический обзор (1 неделя)	
	2	Технология формирования низкоразмерных структур	2			6	8	Тематический обзор (2 неделя)	
	3	Статистика электронов в низкоразмерных структурах.	4	4		6	14	Защита лабораторных работ Тематический обзор (3-4 неделя)	
	4	Оптика низкоразмерных структур	4	4		6	14	Защита лабораторных работ (5-9 неделя)	
	5	Кинетические эффекты в низкоразмерных структурах.	2	6		6	14	Защита лабораторных работ (10-14 неделя)	
	6	Приборные применения низкоразмерных структур.	4	4		2	10	Защита лабораторных работ (15-18 неделя)	
		Разделы дисциплины 1 - 6				4	4	зачет	
		ИТОГО за 7 семестр		18	18		36	72	
		ИТОГО		18	18		36	72	

2.3. Лабораторный практикум

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Всего часов
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
7	1	Принцип размерного квантования		
	2	Технология формирования низкоразмерных структур		
	3	Статистика электронов в низкоразмерных структурах.	1. Изучение вольт-амперных характеристик структур с квантовыми точками.	4
	4	Оптика низкоразмерных структур	2. Изучение спектров фотолюминесценции пористого кремния. 3. Изучение спектров поглощения наноразмерных структур.	4
	5	Кинетические эффекты в низкоразмерных структурах.	4. Изучение вольт-фарадных характеристик структур с квантовыми точками. 5. Изучение спектра полной проводимости структур с квантовыми точками.	6
	6	Приборные применения низкоразмерных структур.	6. Изучение характеристик фотодиодов на основе наноразмерных структур.	4
		ИТОГО в 7 семестре		

2.4. Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

3.1. Виды СРС

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4	5
7	1.	Принцип размерного квантования	1. Изучение и конспектирование основной литературы 2. Изучение и конспектирование дополнительной литературы 3. Написание тематического обзора.	2 2 2
	2.	Технология формирования низкоразмерных структур	1. Изучение и конспектирование основной литературы 2. Изучение и конспектирование дополнительной литературы 3. Написание тематического обзора.	2 2 2
	3.	Статистика электронов в низкоразмерных структурах.	1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы. 2. Написание тематического обзора. 3. Подготовка к выполнению лабораторной работы №1. 4. Подготовка к защите лабораторной работы №1.	2 2 1 1
	4	Оптика низкоразмерных структур	1. Подготовка к выполнению лабораторной работы №2. 2. Подготовка к защите лабораторной работы №2. 3. Подготовка к выполнению лабораторной работы №3. 4. Подготовка к защите лабораторной работы №3.	1 2 1 2
	5	Кинетические эффекты в низкоразмерных структурах.	1. Подготовка к выполнению лабораторной работы №4. 2. Подготовка к защите лабораторной работы №4. 3. Подготовка к выполнению лабораторной работы №5. 4. Подготовка к защите лабораторной работы №5.	1 2 1 2
	6	Приборные применения низкоразмерных структур.	1. Подготовка к выполнению лабораторной работы №6. 2. Подготовка к защите лабораторной работы №6.	1 1
		Зачет	Изучение конспектов лекций по разделам 1–6.	4
ИТОГО в 7 семестре				36
ИТОГО				36

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) (см. *Фонд оценочных средств*)

4.2. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине (модулю)

Рейтинговая система не используется.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

№ п/п	Автор (ы). Наименование. Год и место издания	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Давыдов, С.Ю. Элементарное введение в теорию наносистем [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.Ю. Давыдов, А.А. Лебедев, О.В. Посредник. – СПб.: Лань, 2014. – 192 с. – Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/44757 (дата обращения: 28.07.2019).	1-6	7	ЭБС	
2.	Тимофеев, В.Б. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Б. Тимофеев. – СПб.: Лань, 2015. – 512 с. – Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/56612 (дата обращения: 28.07.2019).	2,4,6	7	ЭБС	
3.	Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств [Электронный ресурс]: учебник / Н.К. Юрков. – СПб.: Лань, 2014. – 480 с. – Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/41019 (дата обращения: 28.07.2019).	2,6	7	ЭБС	

5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор (ы). Наименование. Год и место издания	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Трубочкина, Н. К. Нанoeлектроника и схемотехника в 2 ч. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата / Н. К. Трубочкина. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 269 с. – Режим доступа: URL: https://www.biblio-online.ru/bcode/392906 (дата обращения: 28.07.2019).	2,6	7	ЭБС	
2.	Трубочкина, Н. К. Нанoeлектроника и схемотехника в 2 ч. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата / Н. К. Трубочкина. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 250 с. – Режим доступа: URL: https://www.biblio-online.ru/bcode/392911 (дата обращения: 28.07.2019).	2,6	7	ЭБС	
3.	Владимиров, Г.Г. Физика поверхности твердых тел [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.Г. Владимиров. – СПб.: Лань, 2016. – 352 с. – Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/71707 (дата обращения: 28.07.2019).	1-5	7	ЭБС	

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Лань [Электронный ресурс]: электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 10.08.2019).
2. Юрайт [Электронный ресурс]: электронная библиотека. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> (дата обращения: 20.08.2019).
3. Открытая техническая библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://t-library.ru/index.php> (дата обращения: 20.07.2019).

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе Российской академии наук. – Режим доступа: URL: <http://www.ioffe.ru/> (дата обращения 15.08.2019).
2. Нанометр: Нанотехнологическое сообщество: Библиотека. – Режим доступа: URL: http://www.nanometer.ru/library_list.html (дата обращения 15.08.2019).
3. Научная электронная библиотека. – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru> (дата обращения 15.08.2019).

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий: специализированные лекционные аудитории, оборудованные видеопроеционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения и экраном.

6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся: видеопроектор, ноутбук, переносной экран, для проведения демонстраций и опытов, полный комплект физических установок и приборов.

6.3. Требования к специализированному оборудованию:

Специализированные установки согласно спискам оборудования предусмотренного для каждой лабораторной работы.

6.4. Требования к программному обеспечению учебного процесса: отсутствуют.

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (*Заполняется только для стандарта ФГОС ВПО*)

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю.
Практические занятия	Не предусмотрены учебным планом.
Курсовая работа	Не предусмотрена учебным планом.
Лабораторная работа	Для выполнения лабораторных работ используются специализированные лабораторные установки. Методические указания по выполнению лабораторных работ и описания установок находятся в лаборатории на рабочих местах
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем *(при необходимости)*

1. Применение средств мультимедиа в образовательном процессе (презентации, видео);
2. Консультирование обучающихся посредством электронной почты.

10. Требования к программному обеспечению учебного процесса.

1. Операционная система Windows Pro (договор №Tr000043844 от 22.09.15г.);
2. Антивирус Kaspersky Endpoint Security (договор №14/03/2018-0142 от 30/03/2018г.);
3. Офисное приложение LibreOffice (свободно распространяемое ПО);
4. Архиватор 7-zip (свободно распространяемое ПО);
5. Браузер изображений FastStoneImageViewer (свободно распространяемое ПО);
6. PDF ридер FoxitReader (свободно распространяемое ПО);
7. PDF принтер doPdf (свободно распространяемое ПО);
8. Медиа проигрыватель VLC media player (свободно распространяемое ПО);
9. Запись дисков ImageBurn (свободно распространяемое ПО);
10. DJVU браузер DjVu Browser Plug-in (свободно распространяемое ПО).

11. Иные сведения

Приложение 1

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю) для промежуточного контроля успеваемости

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции) или её части)	Наименование оценочного средства
1.	1. Принцип размерного квантования 2.Технология формирования низкоразмерных структур 3.Статистика электронов в низкоразмерных структурах. 4. Оптика низкоразмерных структур 5.Кинетические эффекты в низкоразмерных структурах. 6. Приборные применения низкоразмерных структур.	ОПК-3 ПК-1	Зачет 7 семестр

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Индекс компетенции	Содержание компетенции	Элементы компетенции	Индекс элемента
ОПК-3	способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовностью учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности.	знать	
		З1 основные понятия, закономерности процессов, протекающих в низкоразмерных структурах; методы исследования этих процессов.	ОПК3 З1
		уметь	
		У1 используя современные методы исследования изучать наноразмерные структуры.	ОПК3 У1
		владеть	
ПК-1	готовность к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов	знать	
		З1 особенности применения современных методов исследования и технологий изготовления низкоразмерных структур.	ПК1 З1
		Уметь	
		У1 корректно обосновать выбор аналитического и технологического оборудования для решения поставленных задач.	ПК1 У1
		владеть	
		В1 навыками применения аналитического и технологического оборудования для исследования и изготовления низкоразмерных структур.	ПК1 В1

КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЗАЧЕТ 7 СЕМЕСТР)

№	*Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1	Принцип размерного квантования	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
2	Условия наблюдения размерных эффектов	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
3	Треугольная квантовая яма.	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
4	Прямоугольная квантовая яма.	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
5	Двойная квантовая яма	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
6	Сверхрешетки. Образование минизон.	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
7	Основные требования к технологии создания гетеропереходов	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
8	Метод молекулярно-лучевой эпитаксии.	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
9	Метод газофазовой эпитаксии.	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
10	Самоорганизация квантовых точек.	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
11	Методы получения квантовых точек.	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
12	Режимы гетероэпитаксиального роста.	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
13	Статистика носителей в низкоразмерных структурах.	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
14	Экранирование. Двумерный случай.	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
15	Экранирование. Одномерный случай.	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
16	Водородоподобный центр. Двумерный случай	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1

17	Водородоподобный центр. Одномерный случай	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
18	Экситон. Двумерный случай	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
19	Фононы в низкоразмерных системах.	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
20	Вероятность перехода в поле электромагнитной волны	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
21	Межзонное поглощение в низкоразмерных системах.	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
22	Оптическая ионизация квантовых ям.	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
23	Эффекты деполяризации.	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
24	Особенности фотолюминесценции в низкоразмерных системах.	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
25	Особенности комбинационного рассеяния света в низкоразмерных системах.	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
26	Особенности лазеров на квантовых ямах и квантовых точках.	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
27	Применение низкоразмерных систем для фотодатчиков.	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
28	Транзисторы с высокой подвижностью носителей.	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
29	Приборы на основе резонансного туннелирования.	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1
30	Одноэлектронный транзистор.	ОПК3 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1

«зачтено» – оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

«зачтено» - оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос или выполнении заданий, правильно применяет теоретические положения при решении

практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

«зачтено» - оценка соответствует пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, демонстрирует недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

«не зачтено» - оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.