

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
и менеджменту качества
_____ Е.Н.Живицкая
23.12.2014г.

Регистрационный № УД -4-146/р

«Квантовая механика и статистическая физика»

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине
для специальностей

- 1-41 01 02 Микро- и нанoeлектронные технологии и системы
- 1-41 01 03 Квантовые информационные системы
- 1-41 01 04 Нанотехнологии и наноматериалы в электронике

Кафедра микро и нанoeлектроники

Всего часов по дисциплине	196
Зачетных единиц	5,5

2014 г.

Составитель: Абрамов И.И., доктор физико-математических наук, профессор кафедры микро- и наноэлектроники

Учебная программа учреждения высшего образования составлена на основе учебной программы «Квантовая механика и статистическая физика», утвержденной ректором БГУИР «_____» _____ 201__ г., регистрационный номер № УД – _____ /баз. и учебных планов специальностей 1-41 01 02, 1-41 01 03, 1-41 01 04.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры микро- и наноэлектроники

протокол № 12 от 9 июня 2014 г.

Заведующий кафедрой

В.Е.Борисенко

Одобрена и рекомендована к утверждению Советом факультета радиотехники и электроники учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

протокол № 10 от 30 июня 2014 г.

Председатель

А.В.Короткевич

СОГЛАСОВАНО

Эксперт-нормоконтролер

Декан ФЗО

А.В.Ломако

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

План учебной дисциплины в дневной форме обучения:

Код специальности	Название специальности	Курс	Семестр	Аудиторных часов				Академ. часов на курс. работу (проект)	Форма текущей аттестации
				Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия, семинары		
1-41 01 02	Микро- и нанoeлектронные технологии и системы	2	3	86	52		34		экзамен
1-41 01 03	Квантовые информационные системы								
1-41 01 04	Нанотехнологии и наноматериалы в электронике								

План учебной дисциплины в заочной форме обучения:

Код специальности	Название специальности	Курс	Семестр	Аудиторных часов				Академ. часов на курс. работу (проект)	Форма текущей аттестации
				Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия, семинары		
1-41 01 02	Микро- и нанoeлектронные технологии и системы	2	4	20	12		8		экзамен

План учебной дисциплины в дневной форме обучения для получения высшего образования, интегрированного со средним специальным образованием:

Код специальности	Название специальности	Курс	Семестр	Аудиторных часов				Академ. часов на курс. работу (проект)	Форма текущей аттестации
				Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия, семинары		
1-41 01 02	Микро- и нанoeлектронные технологии и системы	1	1	86	52		34		экзамен

Место дисциплины.

Актуальность изучения дисциплины «Квантовая механика и статистическая физика» заключается в том, что она является физической основой для изучения ряда впоследствии изучаемых дисциплин по специальностям 1-41 01 02 Микро- и нано-электронные технологии и системы, 1-41 01 03 Квантовые информационные системы, 1-41 01 04 Нанотехнологии и наноматериалы в электронике.

Цель учебной дисциплины: изучение фундаментальных физических законов, лежащих в основе поведения микрочастиц, в том числе и систем из них.

Задачи изучения учебной дисциплины: приобретение знаний о фундаментальных физических законах, лежащих в основе поведения микрочастиц, в том числе и систем из них; формирование навыков решения простейших задач квантовой механики и классической статистической физики; расчет модельных задач твердотельной электроники, включая микро- и наноэлектронику, с помощью методов квантовой механики и классической статистической физики; изучение принципов и законов квантовой механики при описании поведения микрочастиц в различных условиях; овладение методами анализа (избирательно применять либо законы квантовой механики, либо законы классической статистической физики) при анализе систем микрочастиц;

В результате изучения учебной дисциплины «Квантовая механика и статистическая физика» формируются следующие компетенции:

академические:

- умение применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- владение системным и сравнительным анализом.
- владение исследовательскими навыками.
- умение работать самостоятельно.
- способность порождать новые идеи (обладать креативностью).
- владение междисциплинарным подходом при решении проблем.
- умение навыков, связанных с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- обладание навыками устной и письменной коммуникации.
- умение учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.
- использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.
- владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации с использованием компьютерной техники.
- на научной основе организация своего труда, самостоятельная оценка результатов своей деятельности.

социально-личностные:

- обладание качествами гражданственности.
- способность к социальному взаимодействию.
- обладание способностью к межличностным коммуникациям.
- способность к критике и самокритике.
- умение работать в команде.

профессиональные:

- взаимодействие со специалистами смежных профилей.
- разработка и согласование представляемых материалов.
- подготовка докладов, материалов к презентациям.
- владение современными средствами инфокоммуникаций.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- постулаты квантовой механики;
- фундаментальные законы и принципы квантовой механики, описывающих поведение микрочастиц, в том числе и систем из них;
- фундаментальные положения и законы классической статистической физики, а также условия их применимости при описании поведения систем частиц;

уметь:

- использовать принципы и законы квантовой механики при описании поведения микрочастиц в различных условиях;
- избирательно применять либо законы квантовой механики, либо законы классической статистической физики при анализе систем микрочастиц;

владеть:

- навыками решения простейших задач квантовой механики и классической статистической физики;
- методами расчета модельных задач твердотельной электроники, включая микро- и нано электронику, с помощью методов квантовой механики и классической статистической физики.

**Перечень учебных дисциплин, усвоение которых необходимо
для изучения данной учебной дисциплины.**

№ п.п.	Название дисциплины	Раздел, темы
1	Математика	дифференциальное и интегральное исчисление, Элементы теории вероятностей и математической статистики
2	Физика	Классическая механика, молекулярная физика и термодинамика, электромагнетизм, оптика

1. Содержание учебной дисциплины

№ тем	Наименование разделов, тем	Содержание тем
1	2	3
Часть 1. Квантовая механика		
Раздел 1. Введение		
Тема 1.	Экспериментальные основания квантовой теории	Предмет квантовой механики. Законы сохранения энергии и импульса для световых квантов и их экспериментальная проверка. Атомизм микромира. Волны де Бройля. Дифракция микрочастиц
Раздел 2. Основные положения квантовой механики		
Тема 2.	Основные понятия квантовой механики	Вероятность местоположения микрочастицы. Вероятность импульса микрочастицы. Принцип суперпозиции. Средние значения функций от координат и функций от импульсов. Статистические ансамбли квантовой механики. Соотношение неопределенностей. Роль измерительного прибора. Постулаты квантовой механики.
Тема 3.	Изображение механических величин операторами	Линейные самосопряженные операторы. Среднее значение и среднее квадратичное отклонение. Собственные значения и собственные функции операторов. Основные свойства собственных функций. Вычисление вероятностей измерений. Условия возможности одновременного измерения разных механических величин. Операторы координаты импульса микрочастицы. Перестановочные соотношения. Оператор момента импульса микрочастицы. Операторы энергии. Гамильтониан
Тема 4.	Изменения состояния и механических величин во времени	Уравнение Шредингера. Законы сохранения в квантовой механике. Стационарные состояния. Производные операторов по времени. Уравнения Гамильтона. Теоремы Эренфеста. Уравнения Ньютона. Интегралы движения. Закон сохранения энергии в квантовой механике.
Тема 5.	Связь с классической механикой. Квазиклассическое приближение	Связь квантовой механики с классической механикой. Квазиклассическое приближение. Метод Вентцеля-Крамерса-Бриллюэна
Раздел 3. Элементы теории представлений		
Тема 6.	Элементы теории представлений	Представления состояния квантовых систем. Представления операторов в матричной форме. Матрицы и их свойства. Среднее значение и спектр величины, представляемой оператором в матричной форме.

		Уравнение Шредингера и зависимость операторов от времени в матричной форме. Унитарные преобразования. Гейзенберговское представление и представление взаимодействия. Матрица плотности
Раздел 4. Применения квантовой механики		
Тема 7.	Теория движения микрочастиц в поле потенциальных сил	Гармонический осциллятор. Движение в поле центральной силы (общие положения). Движение в кулоновском поле. Атом водорода. Движение электрона в периодическом поле кристалла
Тема 8.	Собственный механический и магнитный момент электрона	Спин электрона. Оператор спина электрона. Спиновые функции. Уравнение Паули. Расщепление спектральных линий в магнитном поле. Эффект Зеемана. Полный момент импульса. Нумерация термов
Тема 9.	Элементы теории возмущений и ее приложения	Постановка задачи теории возмущений. Возмущение в отсутствие и при наличии вырождения. Эффект Штарка. Задача теории квантовых переходов. Поглощение и излучение света. Принцип Ритца. Правила отбора. Дисперсия. Комбинационное рассеяние. Фотоэлектрический эффект
Тема 10.	Элементы теории столкновений	Задача теории столкновений микрочастиц. Расчет упругого рассеяния по методу Борна. Рассеяние быстрых заряженных микрочастиц. Формула Резерфорда.
Тема 11.	Прохождение микрочастиц через потенциальные барьеры	Постановка задачи и простейшие случаи. Туннельный эффект. Кажущаяся парадоксальность "туннельного эффекта". Явления, объясняемые с помощью туннельного эффекта, и его применения
Раздел 5. Квантовая механика для системы микрочастиц и ее приложения		
Тема 12.	Элементы теории движения многих тел и ее простейшие приложения	Задача многих тел в квантовой механике. Закон сохранения полного импульса системы микрочастиц. Движение центра тяжести системы микрочастиц. Закон сохранения момента импульса системы микрочастиц. Собственные функции оператора момента импульса системы. Связь законов сохранения с симметрией пространства и времени. Системы микрочастиц, совершающих малые колебания в твердых телах. Движение частиц во внешнем поле.
Тема 13.	Свойства систем одинаковых микрочастиц	Принцип тождественности микрочастиц. Симметричные и антисимметричные состояния. Частицы Бозе и частицы Ферми. Принцип Паули. Волновые функции для системы частиц Ферми и частиц Бозе. Вторичное квантование. Квантовая статистика. Газ Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна
Тема 14.	Приложения кван-	Многоэлектронные атомы. Обменная энергия.

	товой механики для системы микрочастиц	Квантовая механика атома и периодическая система элементов Менделеева. Образование молекул. Природа химических сил. Парамагнетизм и диамагнетизм атомов. Ферромагнетизм. Атомное ядро
Часть 2. Статистическая физика		
Раздел 1. Классическая и квантовая статистики равновесных состояний		
Тема 15.	Распределения Максвелла и Больцмана	Переход от квантовой механики к классической статистической механике. Распределение частиц в пространстве при отсутствии внешних силовых полей. Распределение Максвелла. Распределения по скоростям, по модулю импульса и по энергии, функция распределения. Термоэлектронная эмиссия. Экспериментальная проверка распределения Максвелла. Неоднородность распределения частиц в пространстве при наличии потенциальных силовых полей. Принцип детального равновесия. Связь распределения Больцмана с распределением Максвелла. Постоянная Больцмана. Контактная разность потенциалов. Метод самосогласованного поля.
Тема 16.	Распределение Гиббса. Связь статистики с термодинамикой	Функция распределения Максвелла-Больцмана. Распределение Гиббса как обобщение распределения Максвелла-Больцмана. Одноатомный идеальный газ. Флуктуации в измерительных приборах. Реальный газ. Уравнение состояния. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Энтропия и её смысл. Энтропия и второе начало термодинамики. Теплоемкость
Тема 17.	Квантовая статистика равновесных состояний	Каноническое распределение в квантовой статистике. Энтропия и третье начало термодинамики. Принцип максимума энтропии. Большое каноническое распределение Гиббса. Распределение Бозе-Эйнштейна. Распределение Ферми-Дирака. Невырожденный электронный газ. Вырожденный электронный газ. Теплоемкость газов при учете квантовых эффектов
Раздел 2. Статистическая физика неравновесных состояний		
Тема 18.	Статистическая физика неравновесных состояний	Функция распределения в неравновесном случае. Кинетическое уравнение Больцмана. Квазиклассическое приближение. Приближение времени релаксации. Уравнение диффузии, функция распределения в диффузионном приближении. Разогрев электронного газа. Флуктуации. Шумовые токи.
Раздел 3.	Заключение	
Тема 19.	Применения квантовой механики и ста-	Квантовая механика и статистическая физика – базовая физическая дисциплина для твердотельной

	тистической физики в твердотельной электронике	электроники, включая микро- и наноэлектронику. Примеры использования квантовой механики и статистической физики в физике твердого тела, физике полупроводниковых приборов, микроэлектронике и наноэлектронике
--	--	--

2. Информационно-методическая часть

2.1 Литература

2.1.1 Основная

1. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики : учебное пособие для вузов / Д. И. Блохинцев. - 6-е изд., стереотип. - М. : Наука, 1983. - 664 с. : ил.
2. Васильев А.М. Введение в статистическую физику : учебное пособие для втузов / А. М. Васильев. - М. : Высшая школа, 1980. - 272 с. : ил.
3. Квантовая механика и статистическая физика. Вопросы, ответы, задания: учеб.-метод. пособие / И.И. Абрамов - Минск: БГУИР, 2014. - 76 с. : ил.
4. Квантовая механика [Электронный ресурс] : [23 книги в PDF-формате]. - М. : НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2003. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Систем. требования : Windows 95/98/ME/NT4.0/2000/XP. - 22040-00.

2.1.2 Дополнительная

4. Ландау Л.Д.. Теоретическая физика : учебное пособие для физических специальностей ун-тов. Т. 3 : Квантовая механика. Нерелятивистская теория / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. - М. : Наука, 1974. - 752 с. : черт.
5. Ансельм А.И. Основы статистической физики и термодинамики : для физических специальностей вузов / А. И. Ансельм. - М. : Наука, 1973. - 423 с. : черт.
6. Киреев П.С. Физика полупроводников : учебное пособие для втузов / П. С. Киреев. - 2-е изд., доп. - М. : Высшая школа, 1975. - 584 с.
7. Абрамов И.И. Квантовая механика. Вопросы и ответы: Учебно-метод. пособие. – Минск: БГУИР, 2007. – 42 с.
8. Абрамов И.И. Статистическая физика. Вопросы и ответы: Учебно-метод. пособие. – Минск: БГУИР, 2007. – 23 с.
9. Абрамов И.И. Задания к курсовым работам по дисциплине «Квантовая механика и статистическая физика». – Минск: БГУИР, 2007. – 14 с.

2.2 Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов, технических средств обучения

1. Персональный компьютер с процессором не ниже Pentium II,
2. Стандартная операционная система Windows XP,

2.3. Перечень тем практических занятий, их название

Целью практических занятий является закрепление теоретического курса, приобретение навыков решения задач, активизация самостоятельной работы студентов.

№ темы по п.1	Название практического занятия	Содержание	Обеспеченность по пункту 2.2
1	2	3	4.
3,4	Операторы в квантовой механике.	Решение задач.	1
12	Одномерное движение.	Решение задач.	1
12,13	Движение в центральном поле.	Решение задач.	1
12	Квазиклассическое приближение.	Решение задач.	1,2
14	Приложения квантовой механики для системы микрочастиц.	Решение задач.	1,2
15-17	Распределения Максвелла, Больцмана, Гиббса	Решение задач.	2
18	Кинетическое уравнение Больцмана.	Решение задач.	2
19	Приложения статистической физики в твердотельной электронике.	Решение задач.	2

2.6 Контрольная работа, ее характеристика

Основная цель выполнения контрольной работы состоит в закреплении теоретических знаний и проверке уровня усвоения предложенного материала и определении недостаточно усвоенных вопросов по теме.

Контрольная работа состоит из трех тем и восьми подтем. Каждому студенту выдается индивидуальное задание по каждой подтеме.

№ темы по п.1	Наименование контрольной работы	Содержание	Обеспеченность по пункту 2.2
1	2	3	4
3-8	Расчет уровней	Расчет уровней энергии частицы в прямоугольной потенциальной яме.	1,2
		Расчет уровней энергии частицы в поле потенциальной энергии.	1,2
13-15	Расчет коэффициентов	Расчет коэффициента прохождения частицы через потенциальный барьер.	1,2
		Расчет коэффициента отражения частицы от потенциальной стенки.	1,2
		Расчет коэффициента прохождения частицы через колокольный потенциальный барьер.	1,2
		Расчет коэффициента отражения частицы от ко-	1,2

		локольного потенциального барьера.	
15-18	Расчет электрического поля и предельной чувствительности усилителя	Расчет электрического поля околопримесного положительного иона.	1,2
		Расчет предельной чувствительности усилителя	1,2

3.1 Учебно-методическая карта учебной дисциплины в дневной форме обучения

Номер раздела, темы по п.1	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний студентов
		ЛК	ПЗ	Лаб. зан.		
1	2	3	4	5	6	7
	Часть 1. Квантовая механика	34	20		70	
	Раздел 1. Введение	2			6	
1	Экспериментальные основания квантовой теории	2			6	Текущий контроль
	Раздел 2. Основные положения квантовой механики	12	8		24	
2	Основные понятия квантовой механики.	3			6	Текущий контроль
3	Изображение механических величин операторами.	4	4		6	Решение задач
4	Изменения состояния и механических величин во времени.	4	4		6	Решение задач
5	Связь с классической механикой. Квазиклассическое приближение.	1			6	Контрольный опрос
	Раздел 3. Элементы теории представлений	1			8	
6	Элементы теории представлений	1			8	Текущий контроль
	Раздел 4. Применения квантовой механики	10			20	
7	Теория движения микрочастиц в поле потенциальных сил	2			4	Контрольный опрос
8	Собственный механический и магнитный момент электрона	2			4	Решение задач
9	Элементы теории возмущений и ее приложения	2			4	Контрольный опрос
10	Элементы теории столкновений	3			4	Текущий контроль

11	Прохождение микрочастиц через потенциальные барьеры	1			4	Текущий контроль
	Раздел 5. Квантовая механика для системы микрочастиц и ее приложения	9	12		12	
12	Элементы теории движения многих тел и ее простейшие приложения	1	4		4	Решение задач
13	Свойства систем одинаковых микрочастиц	1	4		4	Решение задач
14	Приложения квантовой механики для системы микрочастиц	7	4		4	Решение задач
	Часть 2. Статистическая физика	18	14		40	
	Раздел 1. Классическая и квантовая статистики равновесных состояний	11	10		24	
15	Распределения Максвелла и Больцмана	4	4		8	Решение задач
16	Распределение Гиббса. Связь статистики с термодинамикой	3	2		8	Решение задач
17	Квантовая статистика равновесных состояний	4	4		8	Решение задач
	Раздел 2. Статистическая физика неравновесных состояний	5	2		8	
18	Статистическая физика неравновесных состояний	5	2		8	Решение задач
	Раздел 3. Заключение	2	2		8	
19	Применения квантовой механики и статистической физики в твердотельной электронике	2	2		8	Решение задач
	Текущая атестация					экзамен
	Итого	52	34		110	

3.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины в дневной форме обучения для получения высшего образования, интегрированного со средним специальным образованием

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Самостоят. работа, часы	Форма контроля знаний студентов
		ЛК	ПЗ	Лаб. зан.		
1	2	3	4	5	6	7
	Часть 1. Квантовая механика	34	20		70	
	Раздел 1. Введение	2			6	

1	Экспериментальные основания квантовой теории	2			6	Текущий контроль
	Раздел 2. Основные положения квантовой механики	12	8		24	
2	Основные понятия квантовой механики.	3			6	Текущий контроль
3	Изображение механических величин операторами.	4	4		6	Решение задач
4	Изменения состояния и механических величин во времени.	4	4		6	Решение задач
5	Связь с классической механикой. Квазиклассическое приближение.	1			6	Контрольный опрос
	Раздел 3. Элементы теории представлений	1			8	
6	Элементы теории представлений	1			8	Текущий контроль
	Раздел 4. Применения квантовой механики	10			20	
7	Теория движения микрочастиц в поле потенциальных сил	2			4	Контрольный опрос
8	Собственный механический и магнитный момент электрона	2			4	Решение задач
9	Элементы теории возмущений и ее приложения	2			4	Контрольный опрос
10	Элементы теории столкновений	3			4	Текущий контроль
11	Прохождение микрочастиц через потенциальные барьеры	1			4	Текущий контроль
	Раздел 5. Квантовая механика для системы микрочастиц и ее приложения	9	12		12	
12	Элементы теории движения многих тел и ее простейшие приложения	1	4		4	Решение задач
13	Свойства систем одинаковых микрочастиц	1	4		4	Решение задач
14	Приложения квантовой механики для системы микрочастиц	7	4		4	Решение задач
	Часть 2. Статистическая физика	18	14		40	
	Раздел 1. Классическая и квантовая статистики равновесных состояний	11	10		24	
15	Распределения Максвелла и Больцмана	4	4		8	Решение задач
16	Распределение Гиббса. Связь статистики с термодинамикой	3	2		8	Решение задач
17	Квантовая статистика равновесных со-	4	4		8	Решение

	стояний					задач
	Раздел 2. Статистическая физика неравновесных состояний	5	2		8	
18	Статистическая физика неравновесных состояний	5	2		8	Решение задач
	Раздел 3. Заключение	2	2		8	
19	Применения квантовой механики и статистической физики в твердотельной электронике	2	2		8	Решение задач
	Текущая аттестация					экзамен
	Итого	52	34		110	

3.3 Учебно-методическая карта учебной дисциплины в заочной форме обучения

Номер раздела, темы по п.1	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний студентов
		ЛК	ПЗ	Лаб. зан.		
1	2	3	4	5	6	7
	Часть 1. Квантовая механика	7,5	4		126	
	Раздел 1. Введение	1			10	
1	Экспериментальные основания квантовой теории	1			10	Текущий контроль
	Раздел 2. Основные положения квантовой механики	2	2		32	
2	Основные понятия квантовой механики.	0,5			8	Текущий контроль
3	Изображение механических величин операторами.	0,5	1		8	Решение задач
4	Изменения состояния и механических величин во времени.	0,5	1		8	Решение задач
5	Связь с классической механикой. Квазиклассическое приближение.	0,5			8	Защита контрольных работ
	Раздел 3. Элементы теории представлений	0,5			10	
6	Элементы теории представлений	0,5			10	Защита контрольных работ
	Раздел 4. Применения квантовой механики	2			48	
7	Теория движения микрочастиц в поле потенциальных сил	0,5			10	Защита контрольных работ

8	Собственный механический и магнитный момент электрона	0,5			10	Защита контрольных работ
9	Элементы теории возмущений и ее приложения	0,5			10	Решение задач
10	Элементы теории столкновений				10	Текущий контроль
11	Прохождение микрочастиц через потенциальные барьеры	0,5			8	Решение задач
	Раздел 5. Квантовая механика для системы микрочастиц и ее приложения	2	2		26	
12	Элементы теории движения многих тел и ее простейшие приложения	1	1		10	Решение задач
13	Свойства систем одинаковых микрочастиц	0,5	0,5		8	Решение задач
14	Приложения квантовой механики для системы микрочастиц	0,5	0,5		8	Защита контрольных работ
	Часть 2. Статистическая физика	4,5	4		50	
	Раздел 1. Классическая и квантовая статистики равновесных состояний	3	4		30	
15	Распределения Максвелла и Больцмана	1	1		10	Защита контрольных работ
16	Распределение Гиббса. Связь статистики с термодинамикой	1	1		10	Решение задач
17	Квантовая статистика равновесных состояний	1	1		10	Защита контрольных работ
	Раздел 2. Статистическая физика неравновесных состояний	1			10	
18	Статистическая физика неравновесных состояний	1	1		10	Защита контрольных работ
	Раздел 3. Заключение	0,5			10	
19	Применения квантовой механики и статистической физики в твердотельной электронике	0,5			10	Текущий контроль
	Текущая аттестация					экзамен
	Итого	12	8		176	

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ С ДРУГИМИ
УЧЕБНЫМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Перечень учебных дисциплин	Кафедра обеспечивающая учебную дисциплину по п. 1	Предложения об изменениях в содержании по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)	Подпись заведующего кафедрой, обеспечивающей учебную дисциплину по п. 1
1	2	3	4	5
Физика твердого тела Нанoeлектроника Полупроводниковые приборы и элементы интегральных микросхем	Кафедра микро- и нанoeлектроники	Замечаний нет	Утвердить. Протокол № 12 От 9 июня 2014	<hr/> В.Е.Борисенко

Заведующий кафедрой
микро- и нанoeлектроники

В.Е.Борисенко