

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Иванов А.Г.



2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.02 ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Направление подготовки 03.04.02 Физика

Направленность «Физика конденсированного состояния вещества»

Программа подготовки академическая магистратура

Форма обучения очная

Квалификация выпускника магистр

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Физика и технология материалов квантовой электроники» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 03.04.02 Физика профиль «Физика конденсированного состояния вещества».

Программу составил:

В. А. Исаев, заведующий кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий,
доктор физ.-мат. наук, доцент



подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Физика и технология материалов квантовой электроники» утверждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий протокол № 12 «03» мая 2017 г.

Заведующий кафедрой (разработчик)

Исаев В.А.



подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий протокол № 12 «03» мая 2017 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей)

Исаев В.А.

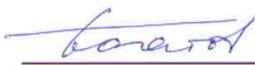


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета протокол № 6 «04» мая 2017 г.

Председатель УМК факультета

Богатов Н.М.



подпись

Рецензенты:

Г.Ф. Копытов зав. кафедрой радиофизики и нанотехнологий КубГУ
д. ф.-м. н. профессор

Л.Р. Григорьян ген. директор ООО НПФ «Мезон» к. ф.-м. н.

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Учебная дисциплина «Физика и технология материалов квантовой электроники» ставит своей целью ознакомление с особенностями конкретных технологий и установок, оборудования для роста кристаллов, варки стекол, технологического оборудования для получения кристаллических соединений и элементарными навыками работы на них, организация научно-исследовательских работ в области получения кристаллических соединений с помощью современной аппаратуры и информационных технологий.

1.2 Задачи дисциплины.

Задача дисциплины «Физика и технология материалов квантовой электроники» состоит в ознакомлении с основными принципами термодинамического и кристаллохимического методов исследования процессов кристаллизации и кристаллофизического изучения свойств монокристаллов; ознакомление с основными методами автоматизации роста кристаллов с использованием новейшего российского и зарубежного опыта.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Физика и технология материалов квантовой электроники» относится к вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана 03.04.02 Физика профиля «Физика конденсированного состояния вещества» и ориентирована при подготовке магистров на ознакомление студентов с особенностями конкретных технологий и установок, оборудования для роста кристаллов для материалов квантовой электроники. Дисциплина находится в логической и содержательно-методологической взаимосвязи с другими частями ООП и базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Термодинамика, статистическая физика, физическая кинетика», «Спектроскопия кристаллов», «Оптика», «Кристаллография», «Кристаллофизика».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональной и профессиональной компетенций (ОПК-3, ПК-1)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-3	способность к активной социальной мобильности, организация научно-исследовательских и инновационных работ	методы организации технологических процессов синтеза материалов квантовой электроники	организовывать научно-исследовательские работы в области роста кристаллов	способностью к активной социальной мобильности
2.	ПК-1	способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных тех-	технологии процессов синтеза материалов квантовой электроники	формулировать основные принципы термодинамического и кристаллохимического методов исследования процессов	способностью ставить задачи научных исследований в области теории роста кристаллов

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		нологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта		кристаллизации монокристаллов	

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице
(для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		9			
Контактная работа, в том числе:	42,5	42,5			
Аудиторные занятия (всего):	42	42			
Занятия лекционного типа	14	14			
Лабораторные занятия	28	28			
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-			
Иная контактная работа:	0,5	0,5			
Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5	0,5			
Самостоятельная работа, в том числе:	74,8	74,8			
Проработка учебного (теоретического) материала	70	70			
Подготовка к текущему контролю	4,8	4,8			
Контроль:	26,7	26,7			
Подготовка к экзамену	26,7	26,7			
Общая трудоемкость	час.	144	144		
	в том числе контактная работа	42,5	42,5		
	зач. ед	4	4		

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в 9 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основы нанозлектроники	38	4	-	9	25
2.	Нанотехнология	38,8	5	-	9	24,8
3.	Перенос носителей заряда в низкоразмерных структурах	40	5	-	10	25
	<i>Итого по дисциплине:</i>		14	-	28	74,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Основы нано-электроники	<p>1. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ: Квантовое ограничение; Баллистический транспорт; Туннелирование; Спиновые эффекты.</p> <p>2. ЭЛЕМЕНТЫ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР Свободная поверхность и межфазные границы; Сверхрешетки; Моделирование атомных конфигураций.</p> <p>3. СТРУКТУРЫ С КВАНТОВЫМ ОГРАНИЧЕНИЕМ ВНУТРЕННИМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ Квантовые колодцы; Модуляционно-легированные структуры; Дельта-легированные структуры.</p> <p>4. СТРУКТУРЫ С КВАНТОВЫМ ОГРАНИЧЕНИЕМ ВНЕШНИМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ Структуры металл/диэлектрик/полупроводник; Структуры с расщепленным затвором.</p>	Устный опрос
2.	Нанотехнология	<p>1. ТРАДИЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОСАЖДЕНИЯ ПЛЕНОК Химическое осаждение из газовой фазы; Молекулярно-лучевая эпитаксия.</p> <p>2. МЕТОДЫ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ СКАНИРУЮЩИЕ ЗОНДЫ Физические основы; Атомная инженерия; Локальное окисление металлов и полупроводников; Локальное химическое осаждение из газовой фазы.</p> <p>3. НАНОЛИТОГРАФИЯ Электронно-лучевая литография; Профилирование резистов сканирующими зондами; Нанопечать; Сравнение нанолитографических методов.</p> <p>4. САМОРЕГУЛИРУЮЩИЕСЯ ПРОЦЕССЫ Самосборка; Самоорганизация в объемных материалах; Самоорганизация при эпитаксии; Осаждение пленок Лэнгмюра–Блоджетт.</p>	Устный опрос

		<p>5. ФОРМИРОВАНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ</p> <p>Пористый кремний; Пористый оксид алюминия и структуры на его основе; Углеродные нанотрубки.</p>	
3.	Перенос носителей заряда в низкоразмерных структурах	<p>1. ТРАНСПОРТ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА</p> <p>Фазовая интерференция электронных волн; Вольт-амперные характеристики низкоразмерных структур; Отрицательное сопротивление изгиба; Квантовый эффект Холла; Приборы на интерференционных эффектах.</p> <p>2. ТУННЕЛИРОВАНИЕ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА ЧЕРЕЗ ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ БАРЬЕРЫ</p> <p>Одноэлектронное туннелирование; Приборы на одноэлектронном туннелировании; Резонансное туннелирование; Приборы на резонансном туннелировании.</p> <p>3. СПИН-ЗАВИСИМЫЙ ТРАНСПОРТ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА</p> <p>Гигантское магнитосопротивление; Спин-зависимое туннелирование; Эффект Кондо; Спинтронные приборы.</p>	Устный опрос

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Основы нанoeлектроники	Исследование эффекта квантового туннелирования на основе характеристик туннельного диода	Отчет по лабораторной работе
2	Нанотехнология	Исследование характеристик полевого транзистора	Отчет по лабораторной работе
3	Нанотехнология	Исследование характеристик мемристоров	Отчет по лабораторной работе
4	Перенос носителей заряда в низкоразмерных структурах	Исследование свойств квазиодномерных микропроводников	Отчет по лабораторной работе
5	Перенос носителей заряда в низкоразмерных	Исследование явления кулоновской блокады туннелирования	Отчет по лабораторной работе

	структурах	
--	------------	--

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СР	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Проработка учебного (теоретического) материала	Брусенцов Ю.А. Материалы твердотельной микро- и нанoeлектроники / Ю.А. Брусенцов, А.М. Минаев. - Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - 80 с. – Режим доступа: URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437072 . Орликов Л.Н. Технология материалов и изделий электронной техники / Л.Н. Орликов. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - Ч. 1. - 98 с. – Режим доступа: URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=209014 .
		Локальные сети учебных аудиторий
2.	Подготовка к текущему контролю (К).	Глобальная сеть Интернет

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 лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

3. Образовательные технологии.

При реализации учебной работы по освоению курса «Технология материалов твердотельной электроники» используются следующие образовательные технологии:

- лекция;
- лабораторные занятия.

Большая часть лекций и лабораторные занятия проводятся с использованием современных справочных материалов, наглядных моделей и приборов, помогающих студенту понять структуру исследуемого вещества.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Образец заданий для лабораторной работы (ЛР) для проведения текущего контроля знаний по дисциплине «Физика и технология материалов квантовой электроники»:

ЛР по теме 1

1. Что такое туннельный эффект?
2. Каковы особенности структуры туннельного диода по сравнению с выпрямительным диодом?
3. Чем отличаются вольтамперные характеристики туннельного и выпрямительного диода?
4. Какой участок ВАХ туннельного диода является рабочим?

По дисциплине «Физика и технология материалов квантовой электроники» предусмотрены следующие формы текущего контроля: зачет в 9 семестре очной формы обучения.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ НА ЗАЧЕТ

1. Определение квантовой электроники. Индуцированные и спонтанные переходы, коэффициенты Эйнштейна.
2. Лазеры на свободных электронах.
3. Ширина спектра спонтанного излучения. Однородное и не однородное уширение. Доплеровское уширение.
4. Полупроводниковые лазеры.
5. Поглощение и усиление. Активная среда. Сечение поглощения. Эффект насыщения.
6. Лазеры на кристаллах. Рубиновый лазер.
7. Усиление и генерация. Полоса пропускания усилителя бегущей волны. Шум квантового усилителя. Максимальная выходная мощность.
8. Газовые лазеры. Гелий-неоновый лазер.
9. Открытый резонатор, его добротность.
10. Отражательный усилитель. Условия самовозбуждения. Условия резонанса.
11. Максимальная выходная мощность.
12. Резонаторы в электронике. Переход к коротким волнам. Число Френеля. Моды.
13. Молекулярные лазеры. CO₂ лазеры.
14. Конфокальный резонатор. Гауссовы пучки. Фокусирование гауссовых пучков.
15. Устойчивость резонаторов. Условие устойчивости, диаграмма устойчивости.
16. Типы устойчивых резонаторов. Селекция поперечных мод диафрагмой.
17. Лазеры на парах металла. Медный лазер.
18. Неустойчивость резонаторов. Коэффициент увеличения потери на излучение.
19. Интерферометр Фабри-Перо.
20. Лазеры на кристаллах. Неодимовый лазер.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

По дисциплине «Физика и технология материалов квантовой электроники» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен (Э) в 9 семестре очной формы обучения.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ НА ЭКЗАМЕН

1. Определение квантовой электроники. Индуцированные и спонтанные переходы, коэффициенты Эйнштейна.
2. Лазеры на свободных электронах.
3. Ширина спектра спонтанного излучения. Однородное и не однородное уширение. Доплеровское уширение.
4. Полупроводниковые лазеры.
5. Поглощение и усиление. Активная среда. Сечение поглощения. Эффект насыщения.

6. Лазеры на кристаллах. Рубиновый лазер.
7. Усиление и генерация. Полоса пропускания усилителя бегущей волны. Шум квантового усилителя. Максимальная выходная мощность.
8. Газовые лазеры. Гелий-неоновый лазер.
9. Открытый резонатор, его добротность.
10. Отражательный усилитель. Условия самовозбуждения. Условия резонанса.
11. Максимальная выходная мощность.
12. Ионные лазеры. Аргонный лазер.
13. Резонаторы в электронике. Переход к коротким волнам. Число Френеля. Моды.
14. Молекулярные лазеры. CO₂ лазеры.
15. Конфокальный резонатор. Гауссовы пучки. Фокусирование гауссовых пучков.
16. Химические лазеры.
17. Устойчивость резонаторов. Условие устойчивости, диаграмма устойчивости.
18. Лазеры на красителях.
19. Типы устойчивых резонаторов. Селекция поперечных мод диафрагмой.
20. Лазеры на парах металла. Медный лазер.
21. Неустойчивость резонаторов. Коэффициент увеличения потери на излучение.
22. CO₂ лазеры.
23. Неустойчивые резонаторы. Селекция продольных мод. Частотная селекция, пространственная селекция тонкими поглотителями.
24. Экимерные лазеры.
25. Интерферометр Фабри-Перо.
26. Ионные лазеры.
27. Усиление и генерация. Полоса пропускания усилителя бегущей волны. Шум квантового усилителя. Максимальная выходная мощность.
28. Лазеры на кристаллах. Неодимовый лазер.

Образец экзаменационного билета

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Кубанский государственный университет
 Кафедра теоретической физики и компьютерных технологий
 2017-2018 уч.год

Дисциплина «Технологии материалов твердотельной электроники»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Определение квантовой электроники. Индуцированные и спонтанные переходы, коэффициенты Эйнштейна.
2. Лазеры на кристаллах. Неодимовый лазер.

Зав. кафедрой
 теоретической физики
 и компьютерных технологий

Исаев В.А.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1) Брусенцов Ю.А. Материалы твердотельной микро- и наноэлектроники / Ю.А. Брусенцов, А.М. Минаев. - Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - 80 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437072>.

2) Орликов Л.Н. Технология материалов и изделий электронной техники / Л.Н. Орликов. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - Ч. 1. - 98 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=209014>.

5.2. Дополнительная литература:

1) Гуртов В.А. Физика твердого тела для инженеров / В.А. Гуртов, Р.Н. Осауленко. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Техносфера, 2012. - 560 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233466>.

2) Фазовые равновесия в однокомпонентных системах / Г.В. Булидорова, Ю.Г. Галяметдинов, Х.М. Ярошевская и др. - Казань: Издательство КНИТУ, 2014. - 93 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427849>.

3) Ландау Л.Д. Теоретическая физика Т.3. Квантовая механика (нерелятивистская теория) / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — Москва: Физматлит, 2001. — 808 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2380..>

4) Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики / Д.И. Блохинцев. — Санкт-Петербург: Лань, 2004. — 672 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/619>.

5) Созинов С.А. Структурные методы исследования кристаллов / С.А. Созинов, Л.В. Колесников. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2012. - 108 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232740>.

6) Бойко С.В. Кристаллография и минералогия. Основные понятия / С.В. Бойко. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2015. - 212 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435663>.

5.3. Периодические издания:

1. Физика твердого тела;

2. Успехи физических наук;
3. Журнал экспериментальной и теоретической физики;
4. Журнал физической химии;
5. Журнал структурной химии.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

№ п/п	Ссылка	Пояснение
1.	http://www.book.ru	BOOK.ru – электронная библиотечная система (ЭБС) современной учебной и научной литературы. Библиотека BOOK.ru содержит актуальную литературу по всем отраслям знаний, коллекция пополняется электронными книгами раньше издания печатной версии.
2.	http://www.ibooks.ru	Айбукс.ру – электронная библиотечная система учебной и научной литературы. В электронную коллекцию включены современные учебники и пособия ведущих издательств России.
3.	http://www.sciencedirect.com	Платформа ScienceDirect обеспечивает всесторонний охват литературы из всех областей науки, предоставляя доступ к более чем 2500 наименований журналов и более 11000 книг из коллекции издательства «Эльзевир», а также огромному числу журналов, опубликованных престижными научными сообществами. Полнотекстовая база данных ScienceDirect является непревзойденным Интернет-ресурсом научно-технической и медицинской информации и содержит 25% мирового рынка научных публикаций.
4.	http://www.scopus.com	База данных Scopus индексирует более 18 тыс. наименований журналов от 5 тыс. международных издательств, включая более 300 российских журналов. Непревзойденная поддержка в поиске научных публикаций и предоставлении ссылок на все вышедшие рефераты из обширного объема доступных статей. Возможность получения информации о том, сколько раз сослались другие авторы на интересующую Вас статью, предоставляется список этих статей. Отслеживание своих публикаций с помощью авторских профилей, а также работы своих соавторов и соперников.
5.	http://www.scirus.com	Scirus – бесплатная поисковая система для поиска научной информации.
6.	http://www.elibrary.ru	Научная электронная библиотека (НЭБ) содержит полнотекстовые версии научных изданий ведущих зарубежных и отечественных издательств.
7.	http://diss.rsl.ru	«Электронная библиотека диссертаций» Российской Государственной Библиотеки (РГБ) в настоящее время содержит более 400 000 полных текстов наиболее часто запрашиваемых читателями диссертаций. Ежегодное оцифровывание от 25000 до 30000 диссертаций.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(модуля).

Основной учебной работой студента является самостоятельная работа в течение всего срока обучения. Начинать изучение дисциплины необходимо с ознакомления с целями и задачами дисциплины и знаниями и умениями, приобретаемыми в процессе изучения. Далее следует проработать конспекты лекций, рассмотрев отдельные вопросы по предложенным источникам литературы. Все неясные вопросы по дисциплине студент может разрешить на консультациях, проводимых по расписанию. При подготовке к лабораторным работам студент в обязательном порядке изучает теоретический материал в соответствии с методическими указаниями.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий.

- 1) Использование электронных презентаций при проведении лекций.
- 2) Выполнение лабораторных работ.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

- 1) Firefox.
- 2) Office 2013.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

Не предусмотрены.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Номера аудиторий / кабинетов
1.	Лекционные аудитории, специально оборудованные мультимедийными демонстрационными комплексами	201С, 207С, 209С, 212С, 213С
2.	Аудитории для проведения занятий семинарского типа, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения	207С, 209С, 212С, 213С
3.	Компьютерные классы с выходом в Интернет на 16 посадочных мест	207С, 212С, 213С
4.	Аудитории для выполнения научно-исследовательской работы (курсового проектирования, выполнения исследований по магистерской диссертации), укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения	208С, 223С, 224С
5.	Аудитории для самостоятельной работы, с рабочими местами, оснащенными компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и обеспечением неограниченного доступа в электронную информационно-образовательную среду организации для каждого обучающегося, в соответствии с объемом изучаемых дисциплин	207С, 208С, 212С, 213С, 224С
6.	Учебные специализированные лаборатории и кабинеты, оснащенные лабораторным оборудованием (рабочие станции, мультимедийное оборудование)	207С, 212С, 213С
7.	Учебно-методический, исследовательский ресурсный центр – Учебно-научный центр компьютерных технологий укомплектован специализированной мебелью и техническими средствами обуче-	213С, 213С, 224С

	ния	
8.	Методический кабинет или специализированная библиотека – лаборатория Информационно-аналитического обеспечения, оснащенная компьютерными рабочими местами с выходом в Интернет	202С
9.	Специальное помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	214С
10.	Помещение для проведения текущей и промежуточной аттестации, укомплектованное специализированной мебелью и техническими средствами обучения	209С, 223С

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины
Б1.В.ДВ.01.02 «Физика и технология материалов квантовой электроники»
по направлению подготовки 03.04.02 – Физика
профиль «Физика конденсированного состояния вещества» (квалификация «магистр»).

Данная дисциплина (общий объем 144 часа – 4 зачетные единицы) изучается магистрантами в течение одного семестра, формой итогового контроля является зачет и экзамен.

Предлагаемый курс «Технологии материалов твердотельной электроники» призван ознакомить с особенностями конкретных технологий и установок, оборудования для роста кристаллов, варки стекол, технологического оборудования для получения кристаллических и аморфных соединений и элементарными навыками работы на них.

Задача дисциплины «Технологии материалов твердотельной электроники» состоит в ознакомлении с основными принципами термодинамического и кристаллохимического методов исследования процессов кристаллизации и кристаллофизического изучения свойств монокристаллов; ознакомление с основными методами автоматизации роста кристаллов с использованием новейшего российского и зарубежного опыта.

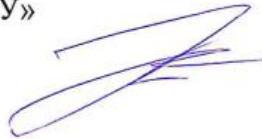
Рабочая программа включает следующие разделы: цели и задачи дисциплины, место дисциплины в структуре основной образовательной программы, перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, общую трудоемкость дисциплины, образовательные технологии, формы промежуточной аттестации, описание учебно-методического, информационного и материально-технического обеспечения дисциплины. Указаны примеры оценочных средств для контроля результатов обучения.

Программа включает в себя содержание отдельных разделов дисциплины, лабораторных занятий, вопросы, которые выносятся на зачет и экзамен, список основной и дополнительной литературы.

Из всего вышеприведенного следует заключение, что данная рабочая программа дисциплины полностью соответствует ФГОС ВО и основной образовательной программе по направлению подготовки 03.04.02 Физика, профиль «Физика конденсированного состояния вещества» (квалификация «магистр») и может быть использована в учебном процессе в ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет».

Рецензент:

Заведующий кафедрой радиофизики и нанотехнологий
физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ»
доктор физико-математических наук профессор



Г.Ф. Копытов

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины
Б1.В.ДВ.01.02 «Физика и технология материалов квантовой электроники»
по направлению подготовки 03.04.02 – Физика
профиль «Физика конденсированного состояния вещества» (квалификация «магистр»).

Дисциплина «Физика и технология материалов квантовой электроники» изучается на 1 курсе магистратуры в течение одного семестра и предусматривает лекционные и лабораторные занятия, по окончании которых сдается зачет и экзамен в конце 9 семестра.

Дисциплина «Физика и технология материалов квантовой электроники» формирует основы целостного восприятия современного состояния физических исследований.

Задача дисциплины «Физика и технология материалов квантовой электроники» состоит в ознакомлении с основными принципами термодинамического и кристаллохимического методов исследования процессов кристаллизации и кристаллофизического изучения свойств монокристаллов; ознакомление с основными методами автоматизации роста кристаллов с использованием новейшего российского и зарубежного опыта.

Учебный материал разделен на три взаимосвязанных раздела:

1. Основы наноэлектроники.
2. Нанотехнология.
3. Перенос носителей заряда в низкоразмерных структурах.

Положительную составляющую данной программы усиливает разнообразие применяемых приемов изучения различных разделов дисциплины и регулярного контроля успеваемости.

Содержание рабочей программы соответствует ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 Физика.

Рабочая программа соответствует базовым требованиям, предъявляемым к рабочим программам, имея все необходимые структурные элементы, и может быть использована в учебном процессе.

Рецензент:
кандидат физ.-мат. наук
директор ООО НПФ «Мезон»



Л.Р. Григорьян