

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Хагуров Т.А.

подпись

« 28 »

2018 г.



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 2018

Рабочая программа дисциплины Б1.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.ДВ.01.02 «Физика и технология материалов квантовой электроники» утверждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий
протокол № 9 «29» марта 2018 г.

Заведующий кафедрой (разработчика)

Исаев В.А.


подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий
протокол № 9 «29» марта 2018 г.

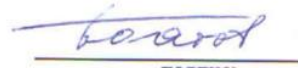
Заведующий кафедрой (выпускающей)

Исаев В.А.


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета
протокол № 10 «12» апреля 2018 г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.


подпись

Рецензенты:

Г.Ф. Копытов заведующий кафедрой радиофизики и нанотехнологий КубГУ
доктор физико-математических наук профессор

Л.Р. Григорьян генеральный директор ООО НПФ «Мезон»
кандидат физико-математических наук

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	способностью 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	способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использо-	технологии процессов синтеза материалов квантовой электроники	формулировать основные принципы термодинамического и кристаллохимического методов исследования процессов кристаллиза-	способностью ставить задачи научных исследований в области теории роста кристаллов

№ п.п.	Индекс компе- тенции	Содержание компе- тенции (или её ча- сти)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		ванием новейшего русского и зару- бежного опыта		ции монокри- сталлов	

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			Внеауди- торная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основы нанoeлектроники	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 заня-
тия, 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	1. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ: Квантовое ограничение; Баллистический транспорт; Туннелирование; Спиновые эффекты. 2. ЭЛЕМЕНТЫ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР Свободная поверхность и межфазные границы; Сверхрешетки; Моделирование атомных конфигураций. 3. СТРУКТУРЫ С КВАНТОВЫМ ОГРАНИЧЕНИЕМ ВНУТРЕННИМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ Квантовые колодцы; Модуляционно-легированные структуры; Дельта-легированные структуры. 4. СТРУКТУРЫ С КВАНТОВЫМ ОГРАНИЧЕНИЕМ ВНЕШНИМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ Структуры металл/диэлектрик/полупроводник; Структуры с расщепленным затвором.	Зачет, Защита ЛР №1
2.	Нанотехнология	1. ТРАДИЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОСАЖДЕНИЯ ПЛЕНОК Химическое осаждение из газовой фазы; Молекулярно-лучевая эпитаксия. 2. МЕТОДЫ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ СКАНИРУЮЩИЕ ЗОНДЫ Физические основы; Атомная инженерия; Локальное окисление металлов и полупроводников; Локальное химическое осаждение из газовой фазы. 3. НАНОЛИТОГРАФИЯ Электронно-лучевая литография; Профилирование резистов сканирующими зондами; Нанопечать; Сравнение нанолитографических методов. 4. САМОРЕГУЛИРУЮЩИЕСЯ ПРОЦЕССЫ Самосборка; Самоорганизация в объемных материалах; Самоорганизация при эпитаксии; Осаждение пленок Лэнгмюра–Блоджетт. 5. ФОРМИРОВАНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ Пористый кремний; Пористый оксид алюминия и структуры на его	Зачет, Защита ЛР №2,3

		основе; Углеродные нанотрубки.	
3.	Перенос носителей заряда в низкоразмерных структурах	1. ТРАНСПОРТ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА Фазовая интерференция электронных волн; Вольт-амперные характеристики низкоразмерных структур; Отрицательное сопротивление изгиба; Квантовый эффект Холла; Приборы на интерференционных эффектах. 2. ТУННЕЛИРОВАНИЕ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА ЧЕРЕЗ ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ БАРЬЕРЫ Одноэлектронное туннелирование; Приборы на одноэлектронном туннелировании; Резонансное туннелирование; Приборы на резонансном туннелировании. 3. СПИН-ЗАВИСИМЫЙ ТРАНСПОРТ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА Гигантское магнитосопротивление; Спин-зависимое туннелирование; Эффект Кондо; Спинтронные приборы.	Зачет, Защита ЛР №4,5

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 структурах	Исследование явления кулоновской блокады туннелирования	Отчет по лабораторной работе

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	Методические указания по организации аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы, утвержденные кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий, протокол № 9 от «14» марта 2017г.
2.	Подготовка к текущему контролю	

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.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 Физика реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

В преподавании курса используются современные образовательные технологии:

1. Метод работы в малых группах;
2. Интерактивная лекция (лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций).

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью ООП, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе должен составлять не менее 10 процентов от общего объема аудиторных занятий.

Используемые интерактивные образовательные технологии по семестрам и видам занятий на очной форме обучения

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
9	<i>Л</i>	Интерактивная лекция.	8
	<i>ЛР</i>	Метод работы в малых группах.	10
<i>Итого:</i>			18

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний, получаемых посредством изучения рекомендуемой литературы и путем вы-

полнения лабораторных работ.

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

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. CO_2 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. CO_2 лазеры.
23. Неустойчивые резонаторы. Селекция продольных мод. Частотная селекция, пространственная селекция тонкими поглотителями.
24. Эксимерные 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
2018-2019 уч.год

Дисциплина «Физика и технология материалов квантовой 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

В.А. Исаев

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 ссылались другие авторы на интересующую Вас статью, предоставляется список этих статей. Отслеживание своих публикаций с помощью авторских профилей, а также работы своих соавторов и соперников.
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.

Не предусмотрено.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

Программный продукт	Договор/лицензия
Операционная система MS Windows 8, 10	№73–АЭФ/223-ФЗ/2018 Соглашение Microsoft ESS 72569510 от 06.11.2018
Интегрированное офисное приложение MS Office Professional Plus	№73–АЭФ/223-ФЗ/2018 Соглашение Microsoft ESS 72569510 от 06.11.2018

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://biblioclub.ru>.
2. Электронная библиотечная система издательства "Лань" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>.
3. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>).

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

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа; оснащение: комплект учебной мебели на 11 мест; доска учебная магнитно-маркерная; компьютерное оснащение ПЭВМ – 3 шт.; средства тушения: огнетушитель 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №223С

2.	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа и курсового проектирования (выполнения курсовых работ) «Лаборатория структурного анализа»; оснащение: лазерная система на базе Nd:YAG лазера и параметрического генератора света для спектральной области 680-2500 нм, в том числе: Импульсный Nd:YAG лазер модели LO29-100; Параметрический генератор света модели LP 604; Генератор 2-ой гармоники модели LP 101; Стенд оптический. 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №123С Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа и курсового проектирования (выполнения курсовых работ) «Лаборатория информационных систем в технике и технологиях»; оснащение: комплект учебной мебели на 30 мест; доска учебная магнитно-маркерная; компьютерная техника с подключением к сети "Интернет": ПЭВМ 15 шт.; Измеритель параметров полупроводников ИППП-01 №000001316156; Спектрофотометр СФ-256УВИ №000001316184; Спектрофотометр СФ-256БИК №000001316185; Цифровой осциллограф GDS-71102 №130051316104; Осциллограф GOS-6031 №130051316104; Генератор сигналов Г4-221/1 № 130051316117; Вольтметр В7-72 № 130051316108; Комплекс спектральный КСВУ № 130061305438 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, № 132С
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций; оснащенность: комплект учебной мебели с учебными ПЭВМ на 14 мест; 1 ПЭВМ администратора (преподавательский); доска учебная магнитно-маркерная 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, № 212С, 207С
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации; оснащенность: комплект учебной мебели на 11 мест, доска учебная магнитно-маркерная 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №223С
5.	Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы; оснащенность: комплект учебной мебели на 10 мест, компьютерное оснащение ПЭВМ с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, № 208С