

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования, первый  
проректор  
  
\_\_\_\_\_ Т.А. Хабаров  
подпись  
« 31 » \_\_\_\_\_ 24 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.ДВ.01.01 КВАНТОВЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И СВЯЗЬ**

Направление подготовки/специальность\_  
03.04.03 Радиофизика

Направленность (профиль) / специализация:  
Квантовые устройства и радиофотоника

Форма обучения:  
очная

Квалификация:  
магистр

Краснодар 2024

Рабочая программа дисциплины КВАНТОВЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И СВЯЗЬ  
составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным  
стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки /  
специальности 03.04.03 Радиофизика

Программу составил(и):

Строганова Е.В., доктор физ.-мат.наук, доцент  
И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание



Утверждена на заседании кафедры  
оптоэлектроники протокол № 9 от 12.04.2024г

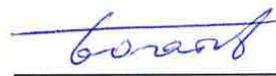
Заведующий кафедрой



Яковенко Н.А.

Утверждена на заседании учебно-методической  
комиссии факультет физико-технического факультета  
протокол № 5 от 18 апреля 2024г.

Председатель УМК факультета



Богатов Н.М.

Рецензенты:

Солохненко А.М., начальник научно-  
производственного комплекса АО «НПК «РИТМ»

Григорьян Л.Р., Генеральный директор ООО НПФ  
«Мезон»

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

### 1.1 Цель освоения дисциплины

Изучение возможных условий и систем, способных осуществлять квантовые вычисления.

### 1.2 Задачи дисциплины

- получение знаний об устройствах, способных осуществлять процессы квантовой суперпозиции и квантовой запутанности для передачи и обработки данных;
- получение знаний о принципах формирования кубитов (квантовых битов);
- получение знаний о современных тенденциях развития квантовых компьютеров.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Полупроводники и полупроводниковые приборы» относится к части, Дисциплина «Б1.В.ДВ.01.02 Квантовые вычисления и связь» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана

### 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 следующих компетенций:

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине ( <i>знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности)</i> )
<b>ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания в области физики и радиофизики для решения научно-исследовательских задач, в том числе в сфере педагогической деятельности</b>	
ИОПК-1.1. Умеет применять фундаментальные знания в области радиофизических методов исследований при решении научно-исследовательских задач	Знает основные квантовые методы исследования в области формирования и распространения кубитов
	Умеет строить принципиальные схемы формирования, передачи и приема квантовых битов
	Применяет основные квантовые, радиофизические методы исследований при решении научно-исследовательских задач в области квантовых вычислений
<b>ПК-4 Способен к организации и проведению экспериментальных работ по отработке и внедрению новых материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники</b>	
ИПК-4.1. Умеет определять основные современные материалы, используемые в производстве изделий микроэлектроники и их свойства	Знает основные тенденции в получении современных квантовых компонентов и устройств, используемых в системах квантовых вычислений и формирования квантовых битов
	Умеет строить принципиальные схемы формирования, передачи и приема кубитов в квантовых системах, построенных на современных квантовых компонентах
	Владеет основными технологическими методами получения квантовых устройств, используемых в системах квантовых вычислений.
<b>ПК-6 Способен к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ при исследовании самостоятельных тем</b>	
ИПК-6.1 Способен анализировать отечественный и международный опыт в соответствующей области исследований и научно-техническую документацию	Знает основные тенденции отечественного и международного опыта по разработке квантовых компонентов для реализации квантовых вычислений
	Умеет анализировать информацию по технологическим приемам и принципам получения эффективных квантовых процессоров
	Владеет методами оценки эффективности квантовых вычислений

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения			
		очная		очно-заочная	заочная
		Х семестр (часы)	Х семестр (часы)	Х семестр (часы)	Х курс (часы)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>					
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>24</b>				
занятия лекционного типа	12	12			
лабораторные занятия					
практические занятия	12	12			
семинарские занятия					
<i>Указываются виды работ в соответствии с учебным планом</i>					
<b>Иная контактная работа:</b>					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	0,2	0,2			
Промежуточная аттестация (ИКР)					
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>83,8</b>	<b>83,8</b>			
<i>Курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)</i>					
<i>Контрольная работа</i>					
<i>Расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>					
<i>Реферат/эссе (подготовка)</i>					
<i>Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>					
Подготовка к текущему контролю					
<b>Контроль:</b>					
Подготовка к экзамену					
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>час.</b>	<b>108</b>			
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>24,2</b>			
	<b>зач. ед</b>	<b>3</b>			

### 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины. Разделы (темы) дисциплины, изучаемые во 2 семестре (1 курс) (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	История зарождения квантовых вычислений. Современное состояние квантовой информатики. Основные понятия	18	2	2		14
2.	Квантовые эффекты. Квантовые гейты. Квантовые схемы	17	2	2		13
3.	Простейшие квантовые алгоритмы. Квантовая криптография	18	2	2		14
4.	Квантовое исправление ошибок	17	2	2		13
5.	Квантовые и классические классы сложности. Квантовый конечный автомат.	18	2	2		14
6.	Квантовая коммуникационная модель вычислений	22,3	2	2		18,3
	<b>ИТОГО по разделам дисциплины</b>	<b>107,3</b>	<b>12</b>	<b>12</b>		<b>83,8</b>
	Контроль самостоятельной работы (КСР)					
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Подготовка к текущему контролю					
	Общая трудоемкость по дисциплине	108				

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

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	История зарождения квантовых вычислений. Современное состояние квантовой информатики. Основные понятия	Квантовая логика. Основные этапы развития теории квантовых вычислений до появления эффективных квантовых алгоритмов Квантовая логика Неймана. Развитие квантовой логики Гейзенбергом и Вайцзеккером. Сформулированная трудность прямого моделирования многочастичных систем (Шлютер, Манин). Квантовая машина Тьюринга (Дойч). Вклад Фейнмана. Классы сложности вычисления. Универсальный набор. Физические ограничения. Классы сложности вычислений.	<i>Устный опрос</i>
2.	Квантовые эффекты. Квантовые гейты. Квантовые схемы	Тезис Чёрча-Тьюринга. Эмпирический закон Мура. Демон Максвелла. Принцип Ландауэра. Обратимые логические операции. Преобразования контролируемое -НЕ (CNOT), Тоффоли и Фредкина. Универсальный набор операций. Физические ограничения вычислительных возможностей	<i>Устный опрос</i>
3.	Простейшие квантовые алгоритмы. Квантовая криптография	Структура квантового алгоритма. Квантовый алгоритм: инициализация, квантовая унитарная эволюция и измерение квантового регистра. Пример квантового алгоритма, превосходящего классический аналог. Алгоритм Дойча. Квантовый параллелизм. Структура полупроводникового зарядового кубита. Проведение основных операций Гамильтониан полупроводникового зарядового кубита. Инициализация. Измерение. Проведение фазового вращения. Проведение амплитудного вращения. Выполнение двухкубитовой операции	<i>РГЗ</i>
4.	Квантовое исправление ошибок	Источники квантовых ошибок. Необходимость борьбы с декогерентностью. Мера декогерентности. Классический шум. Фазовые ошибки. Межкубитовое взаимодействие. Потеря когерентности квантового состояния. Понятие меры декогерентности. Способы борьбы с квантовыми ошибками. Переход в подпространства свободные от декогерентности. Полиномиальный алгоритм подавления межкубитового взаимодействия. Источники квантовых ошибок. Необходимость борьбы с декогерентностью. Мера декогерентности. Классический шум. Фазовые ошибки.	<i>РГЗ</i>

		Межкубитовое взаимодействие. Потеря когерентности квантового состояния. Понятие меры декогерентности	
5.	Квантовые и классические классы сложности. Квантовый конечный автомат.	Класс сложности квантовых вычислений. Ограничения вычислительных возможностей. Класс сложности квантовых вычислений и его соотношение с другими классами сложности. Открытые вопросы в теории сложности квантовых алгоритмов. Ограничения вычислительных возможностей квантовых компьютеров, вытекающие из квантомеханической природы вычислительных элементов	<i>Устный опрос</i>
6.	Квантовая коммуникационная модель вычислений	Общее понятие квантовой схемы. Схема квантовой телепортации. Принципы построения квантовых схем. Квантовая схема квантовой телепортации неизвестного состояния кубита с помощью ЭПР пары и классического канала связи	<i>Устный опрос</i>

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	История зарождения квантовых вычислений. Современное состояние квантовой информатики. Основные понятия	Классы сложности вычисления. Универсальный набор. Физические ограничения. Классы сложности вычислений.	Реферат
2.	Квантовые эффекты. Квантовые гейты. Квантовые схемы	Преобразования контролируемое -HE (CNOT), Тоффли и Фредкина. Универсальный набор операций. Физические ограничения вычислительных возможностей	Реферат Опрос
3.	Простейшие квантовые алгоритмы. Квантовая криптография	Алгоритм Дойча. Квантовый параллелизм. Структура полупроводникового зарядового кубита. Проведение основных операций Гамильтоном полупроводникового зарядового кубита. Инициализация. Измерение. Проведение фазового вращения. Проведение амплитудного вращения. Выполнение двухкубитовой операции	РГЗ Опрос
4.	Квантовое исправление ошибок	Полиномиальный алгоритм подавления межкубитового взаимодействия. Источники квантовых ошибок. Необходимость борьбы с декогерентностью. Мера декогерентности. Классический шум. Фазовые ошибки. Межкубитовое взаимодействие. Потеря когерентности квантового состояния. Понятие меры декогерентности	РГЗ Опрос
5.	Квантовые и классические классы сложности. Квантовый конечный автомат.	Открытые вопросы в теории сложности квантовых алгоритмов. Ограничения вычислительных возможностей квантовых компьютеров, вытекающие из квантомеханической природы вычислительных элементов	РГЗ Опрос
6.	Квантовая коммуникационная модель вычислений	Принципы построения квантовых схем. Квантовая схема квантовой телепортации неизвестного состояния кубита с помощью ЭПР пары и классического канала связи	Реферат Опрос

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрено

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Реферат/эссе (подготовка)	Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов, обучающихся по направлениям подготовки 03.03.03 и 03.04.03 Радиофизика. ГОСТ 2.304 и ГОСТ 2.004 по оформлению расчетно-графических работ.
2	Расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	
3	Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка	

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,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

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,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)**

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические занятия, проблемное обучение, модульная технология, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, анализа педагогических задач, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

### **7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «название дисциплины».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме *тестовых заданий, доклада-презентации по проблемным вопросам, разноуровневых заданий, ролевой игры, ситуационных задач (указать иное)* и **промежуточной аттестации** в форме *вопросов и заданий (указать иное)* к экзамену (дифференцированному зачету, зачету).

## Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИОПК-1.1. Умеет применять фундаментальные знания в области радиофизических методов исследований при решении научно-исследовательских задач	Знает основные квантовые методы исследования в области формирования и распространения кубитов	<i>Опрос</i>	<i>Вопрос на экзамене 1-3</i>
		Умеет строить принципиальные схемы формирования, передачи и приема квантовых битов	<i>Опрос</i>	
		Применяет основные квантовые, радиофизические методы исследований при решении научно-исследовательских задач в области квантовых вычислений	<i>Опрос</i>	
2	ИПК-4.1. Умеет определять основные современные материалы, используемые в производстве изделий микроэлектроники и их свойства	Знает основные тенденции в получении современных квантовых компонентов и устройств, используемых в системах квантовых вычислений и формирования квантовых битов	<i>Опрос</i>	<i>Вопрос на экзамене 4-8</i>
		Умеет строить принципиальные схемы формирования, передачи и приема кубитов в квантовых системах, построенных на современных квантовых компонентах	<i>Опрос</i>	
		Владеет основными технологическими методами получения квантовых устройств, используемых в системах квантовых вычислений.	<i>Опрос</i>	
3	ИПК-6.1 Способен анализировать отечественный и международный опыт в соответствующей области исследований и научно-техническую документацию	Знает основные тенденции отечественного и международного опыта по разработке квантовых компонентов для реализации квантовых вычислений	<i>Опрос</i>	<i>Вопрос на экзамене 9-11</i>
		Умеет анализировать информацию по технологическим приемам и принципам получения эффективных квантовых процессоров	<i>Опрос</i>	
		Владеет методами оценки эффективности квантовых вычислений	<i>Опрос</i>	

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

***Примерный перечень вопросов и заданий***

***Темы рефератов***

1. *Вычислительные ресурсы и пределы вычислительной мощности.*
2. *Структура квантового компьютера.*
3. *Квантовый регистр.*
4. *Квантовые операции.*

5. *Квантовые схемы.*
6. *Квантовые алгоритмы.*
7. *Квантовый бит на основе двойной квантовой точки.*
8. *Пределы вычислительной мощности квантовых компьютеров.*
9. *Квантовый алгоритм поиска Гровера.*
10. *Квантовые ошибки.*
11. *Методы избегания квантовых ошибок.*
12. *Процедуры коррекции квантовых ошибок*

### **Графические расчетные работы**

1. *Разработка математического редактора для какого-либо алгоритма вычислений.*
2. *Разработка математического редактора алгоритма Гровера*

### **Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)**

#### **Перечень вопросов на зачет:**

1. Квантовая логика. Основные этапы развития теории квантовых вычислений до появления эффективных квантовых алгоритмов.
2. Квантовая логика Неймана.
3. Развитие квантовой логики Гейзенбергом и Вайцеккером.
4. Сформулированная трудность прямого моделирования многочастичных систем (Шлютер, Манин).
5. Квантовая машина Тьюринга (Дойч).
6. Вклад Фейнмана.
7. Классы сложности вычисления. Универсальный набор. Физические ограничения. Классы сложности вычислений.
8. Тезис Чёрча-Тьюринга.
9. Эмпирический закон Мура.
10. Демон Максвелла.
11. Принцип Ландауэра.
12. Обратимые логические операции. Преобразования контролируемое -НЕ (CNOT), Тоффоли и Фредкина. Универсальный набор операций. Физические ограничения вычислительных возможностей
13. Структура квантового алгоритма. Квантовый алгоритм: инициализация, квантовая унитарная эволюция и измерение квантового регистра. Пример квантового алгоритма, превосходящего классический аналог.
14. Алгоритм Дойча. Квантовый параллелизм.
15. Структура полупроводникового зарядового кубита.
16. Проведение основных операций Гамильтониан полупроводникового зарядового кубита. Инициализация. Измерение. Проведение фазового вращения. Проведение амплитудного вращения.
17. Выполнение двухкубитовой операции
18. Источники квантовых ошибок.
19. Мера декогерентности. Классический шум. Фазовые ошибки.
20. Межкубитовое взаимодействие. Потеря когерентности квантового состояния.
21. Понятие меры декогерентности. Способы борьбы с квантовыми ошибками.
22. Переход в подпространства свободные от декогерентности.
23. Полиномиальный алгоритм подавления межкубитового взаимодействия.
24. Источники квантовых ошибок.
25. Класс сложности квантовых вычислений. Ограничения вычислительных возможностей.

26. Класс сложности квантовых вычислений и его соотношение с другими классами сложности.
27. Открытые вопросы в теории сложности квантовых алгоритмов. Ограничения вычислительных возможностей квантовых компьютеров. вытекающие из квантовой природы вычислительных элементов.
28. Общее понятие квантовой схемы.
29. Схема квантовой телепортации. Принципы построения квантовых схем.
30. Квантовая схема квантовой телепортации неизвестного состояния кубита с помощью ЭПР пары и классического канала связи.

### **Критерии оценивания результатов обучения**

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

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.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий**

### **5.1. Учебная литература**

1. Нильсен М., Чанг И. Квантовые вычисления и квантовая информация. Москва: Мир, 2009.
2. Кайе Ф., Лафлам Р., Моска М. Введение в квантовые вычисления. Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2009.
3. Китаев А., Шень А., Вялый М. Классические и квантовые вычисления. Москва: МЦНМО, ЧеРо , 1999.
4. Холево А. С. Квантовые системы, каналы, информация. Москва: МЦНМО . 2010.
5. Перри Р. Элементарное введение в квантовые вычисления. Долгопрудный : ИД «Интеллект», 2015.
6. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория - Москва : Наука. 2002.
7. Белоусов Ю. М., Кузнецов В. П., Смилга В. П. Катехизис :Учеб. пособие. - Москва : МФТИ, 2005.
8. Белоусов Ю. М., Кузнецов В.П., Смилга В.П. Практическая математика. Руководство для начинающих изучать теоретическую физику Долгопрудный ИД «Интеллект»

### **5.2. Периодическая литература**

*Указываются печатные периодические издания из «Перечня печатных периодических изданий, хранящихся в фонде Научной библиотеки КубГУ» <https://www.kubsu.ru/ru/node/15554>, и/или электронные периодические издания, с указанием адреса сайта электронной версии журнала, из баз данных, доступ к которым имеет КубГУ:*

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

### **5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

#### **Электронно-библиотечные системы (ЭБС):**

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

#### **Профессиональные базы данных:**

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>

9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

#### **Информационные справочные системы:**

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

#### **Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety)

#### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы**

##### **КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

#### **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

### 7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, ауд. 211.	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	MS 365, Red 7, Мой Офис
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, ауд. 133С, 217С	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер. Компьютерный класс.	MS 365, Red 7, Мой Офис
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатории НОЦ «Оптические и электронные компоненты» (ауд. 119С, 122С, 123С, 131С)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	Две технологические лаборатории с лабораторной и промышленной установками по росту монокристаллов методом Чохральского: (Кристалл 603). Лаборатория по исследованию контроля качества интегральных схем, укомплектованная терагерцевым спектрометром Tera K15 для анализа целостности и качества поверхности исследуемых образцов. Спектрально-измерительный комплекс в спектральном диапазоне от 150 до 20000 нм, состоящий из монохроматора MSDD 1000 с комплектом приемников и излучателей на указанный спектральный диапазон. Квантовые генераторы: YAG:Nd (средняя энергия в импульсе 200мДж, длительность импульса 15 нс), YLF:Nd (средняя энергия в импульсе 300мкДж, длительность импульса 10 нс), полупроводниковый лазер мощностью 10кВт с длиной волны генерации 980 нм, титан-сапфировый лазер, мало-мощный полупроводниковый лазер с длиной волны генерации 980 нм.
Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	<p>Мебель: учебная мебель            Комплект специализированной мебели: компьютерные столы            Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	MS 365
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.208С)	<p>Мебель: учебная мебель            Комплект специализированной мебели: компьютерные столы            Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	MS 365