

**ГОУ ВПО Российско-Армянский (Славянский)
университет**



УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

**Наименование дисциплины: Б1.В.ДВ.02.01 Элементы квантовой и
оптической информатики**

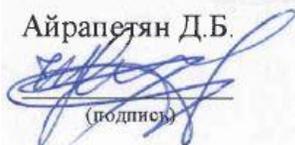
**Автор (ы) к.ф.-м.н., старший преподаватель Газазян Эмиль Альфредович
*Ф.И.О, ученое звание (при наличии), ученая степень (при наличии)***

**Направление подготовки: 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»
Основная образовательная программа магистратуры: Квантовая и
оптическая электроника**

Согласовано:

Заведующий Кафедрой общей физики и квантовых наноструктур

Айрапетян Д.Б.

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, positioned above a horizontal line.

(подпись)

1. АННОТАЦИЯ

1.1. Краткое описание содержания данной дисциплины;

Дисциплина "Элементы квантовой и оптической информатики" охватывает фундаментальные и прикладные аспекты квантовой механики и оптики, применяемые в области информатики и вычислительной техники. Основное внимание уделяется принципам и методам, лежащим в основе квантовых вычислений и квантовой информации, а также оптическим технологиям, используемым для передачи и обработки информации.

Основные темы курса:

1. Введение в квантовую информатику:

- Основные концепции квантовой механики.
- Квантовые состояния и кубиты.
- Принципы суперпозиции и запутанности.

2. Квантовые вычисления:

- Основные квантовые гейты и алгоритмы.
- Алгоритм Шора и алгоритм Гровера.

3. Оптические технологии в информатике:

- Основы оптической передачи данных.
- Лазеры и их применение в информационных технологиях.
- Оптические волокна и компоненты оптических сетей.

4. Современные направления и перспективы развития:

- Разработка квантовых компьютеров.
- Применение квантовых технологий в различных областях науки и техники.
- Этические и социальные аспекты использования квантовых технологий.

Изучение данной дисциплины позволяет студентам получить глубокие знания о квантовых и оптических технологиях, их принципах работы и областях применения. Эти знания являются основой для дальнейших исследований и разработки передовых технологий в области информатики и вычислительной техники.

1.2. Трудоемкость в академических кредитах и часах, формы итогового контроля (экзамен/зачет);

3 академических кредита / 108 академических часа. Форма итогового контроля — зачет.

1.3. Взаимосвязь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана специальности (направления)

Компьютерные технологии в физике, Прикладная квантовая физика, Квантоворазмерные системы наноэлектроники, Квантовые наноструктуры во внешних полях

1.4. Результаты освоения программы дисциплины:

Код компетенции (в соответствии рабочим с учебным планом)	Наименование компетенции (в соответствии рабочим с учебным планом)	Код индикатора достижения компетенций (в соответствии рабочим с учебным планом)	Наименование индикатора достижений компетенций (в соответствии рабочим с учебным планом)
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1	Знает методы анализа проблемной ситуации как системы, выявляя ее составляющие и связи между ними; знает способы определения пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирования процессов по их устранению.
		УК-1.2	Умеет критически оценивать надежность источников информации, работать с противоречивой информацией из разных источников; Разрабатывать и содержательно аргументировать стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов
		УК-1.3	Владеет навыками использования логико-методологического инструментария для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области.
ПК-1	Готов формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения	ПК-1.1	Знает принципы построения и функционирования изделий микро- и нанoeлектроники
		ПК-1.2	Умеет рассчитывать предельно-допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и нанoeлектроники

	сформулированных задач	ПК-1.3	Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и наноэлектроники
ПК-2	Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	ПК-2.1	Знает методы разработки эффективных алгоритмов решения научно-исследовательских задач
		ПК-2.2	Умеет использовать алгоритмы решения исследовательских задач с использованием современных языков программирования
		ПК-2.3	Владеет навыками разработки стратегии и методологии исследования изделий микро- и наноэлектроники

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

2.1. Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины:

Формирование системного представления о базовых принципах квантовой и оптической информатики.

Освоение основных понятий и моделей квантовых вычислений и методов оптической обработки информации.

Развитие у студентов умений применять элементы квантовой и оптической информатики для решения прикладных и исследовательских задач в физике и инженерии.

Задачи дисциплины:

Ознакомить студентов с основами квантовой механики, необходимыми для понимания квантовых вычислений и обработки информации.

Рассмотреть структуру и динамику кубитов, принципы суперпозиции и запутанности в квантовой информатике.

Изучить квантовые алгоритмы (Дойча, Гровера, Шора) и их роль в современных вычислительных системах.

Дать представление о базовых квантовых гейтах и унитарных преобразованиях, используемых в квантовых вычислениях.

Ознакомить с основами оптической информатики, включая методы передачи и обработки информации с использованием оптических систем и фотонных технологий.

Разобрать примеры реализации квантовых алгоритмов и протоколов квантовой связи на реальных и симуляционных платформах (Qiskit, Cirq).

Сформировать у студентов навыки анализа, моделирования и визуализации процессов квантовой и оптической информатики с применением современных инструментов.

2.2. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах и зачетных единицах) (удалить строки, которые не будут применены в рамках дисциплины)

Виды учебной работы	Всего, в акад. часах	Распределение по семестрам
		3 сем
1	2	3
1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	108	108
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	32	32
1.1.1. Лекции		
1.1.2. Практические занятия, в т. ч.	32	32
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	76	76
1.3. Консультации		
Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать)	Зачет	Зачет

2.3. Содержание дисциплины

2.3.1. Тематический план и трудоемкость аудиторных занятий (модули, разделы дисциплины и виды занятий) по рабочему учебному плану

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Практ. Занятия (ак. часов)
1	2=3+4+5+6 +7	4
Тема 1. Основные концепции квантовой	4	4
Тема .2. Квантовые состояния и кубиты	4	4

Тема 3. Принципы суперпозиции и	4	4
Тема 4. Основные квантовые гейты и	4	4
Тема 5. Алгоритм Шора и алгоритм	4	4
Тема 6. Основы оптической передачи	4	4
Тема 7. Лазеры и их применение в	4	4
Тема 8. Оптические волокна и	4	4
ИТОГО	32	32

2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

Тема 1. Основные концепции квантовой механики [1-9]

Краткое изложение: Введение в фундаментальные принципы квантовой механики, включая постулаты квантовой теории, волновую функцию, принцип неопределенности Гейзенберга, и принцип суперпозиции. Обсуждение отличий квантовой механики от классической физики.

Тема 2. Квантовые состояния и кубиты [1-9]

Краткое изложение: Изучение понятия кубита как базового элемента квантовой информации. Описание квантовых состояний, их представление в виде векторов и матриц, а также визуализация на сфере Блоха. Примеры одно- и двух кубитных систем.

Тема 3. Принципы суперпозиции и запутанности [1-9]

Краткое изложение: Объяснение принципов суперпозиции, когда кубит может находиться в нескольких состояниях одновременно, и запутанности, когда состояния двух или более кубитов становятся взаимосвязанными. Рассмотрение экспериментов, подтверждающих существование запутанных состояний.

Тема 4. Основные квантовые гейты и алгоритмы [1-9]

Краткое изложение: Обзор основных квантовых гейтов, таких как Hadamard, Pauli-X, Y, Z, CNOT и других, используемых для манипуляции кубитами. Изучение работы квантовых алгоритмов, включая их преимущества по сравнению с классическими алгоритмами.

Тема 5. Алгоритм Шора и алгоритм Гровера [1-9]

Краткое изложение: Детальное рассмотрение алгоритма Шора для факторизации больших чисел и его значения для криптографии. Объяснение алгоритма Гровера для ускоренного поиска в неструктурированных базах данных. Анализ теоретических и практических аспектов этих алгоритмов.

Тема 6. Основы оптической передачи данных [1-9]

Краткое изложение: Изучение принципов работы оптических систем передачи данных, включая использование света для передачи информации. Обзор ключевых компонентов оптических систем, таких как лазеры, оптические модуляторы и детекторы.

Тема 7. Лазеры и их применение в информационных технологиях [1-9]

Краткое изложение: Описание принципа работы лазеров и их использование в различных информационных технологиях, таких как оптические связи, хранение данных и лазерная

обработка информации. Примеры практических применений и современные достижения в этой области.

Тема 8. Оптические волокна и компоненты оптических сетей [1-9]

Краткое изложение: Обзор структуры и принципов работы оптических волокон, используемых для передачи данных на большие расстояния с высокой скоростью и малой потерей. Изучение различных компонентов оптических сетей, таких как усилители, мультиплексоры и демультиплексоры, их роль и функции.

2.3.3. Краткое содержание практических занятий/лабораторного практикума

Практические занятия направлены на закрепление теоретических знаний и приобретение навыков их применения в решении конкретных задач. В ходе практических занятий студенты выполняют задачи и проекты, связанные с квантовой и оптической информатикой.

На практических занятиях студенты изучают основные концепции квантовой механики через решение задач на определение квантовых состояний, применение суперпозиции и запутанности. Также рассматриваются примеры работы с кубитами и квантовыми гейтами, включая их математическое описание и применение в квантовых алгоритмах.

Особое внимание уделяется программированию квантовых алгоритмов, таких как алгоритмы Шора и Гровера, с использованием квантовых симуляторов и специализированного программного обеспечения. Студенты разрабатывают и тестируют свои программы, анализируют их эффективность и возможные ошибки.

Практические занятия по оптическим технологиям включают работу с основными компонентами оптических систем, такими как лазеры, модуляторы и детекторы. Студенты проводят лабораторные эксперименты по передаче данных с использованием оптических волокон, изучают параметры оптических сигналов и методы их анализа.

В ходе выполнения лабораторных работ студенты применяют современные инструменты и оборудование для моделирования и анализа оптических систем. Также они знакомятся с методами диагностики и оптимизации работы оптических сетей.

Практические занятия завершаются выполнением комплексного проекта, который объединяет изученные квантовые и оптические технологии. Студенты разрабатывают и представляют свои проекты, демонстрируя полученные знания и навыки.

2.3.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Программное обеспечение:

- Программные пакеты для квантовых вычислений (Python).

2. Учебные материалы и ресурсы:

- Учебники и методические пособия по квантовой и оптической информатике.
- Доступ к научным статьям и журналам через библиотечные ресурсы и электронные базы данных.

- Видеолекции и онлайн-курсы для дополнительного обучения.
- 3. Дополнительное оборудование:**
- Проекторы и интерактивные доски для проведения лекций и семинаров.

Такое оснащение обеспечивает необходимые условия для качественного обучения и проведения практических занятий по дисциплине "Элементы квантовой и оптической информатики".

2.4. Модульная структура дисциплины с распределением весов по формам контролей

Формы контролей	Вес формы (форм) текущего контроля в результирующей оценке текущего контроля (по модулям)		Вес формы промежуточного контроля в итоговой оценке промежуточного контроля		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей (семестровой оценке)	Вес результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля
	M1 ¹	M2	M1	M2	M1	M2		
Вид учебной работы/контроля								
Контрольная работа (при наличии)			0.5	0.5				
Устный опрос (при наличии)								
Тест (при наличии)								
Лабораторные работы (при наличии)	0.5	0.5						
Письменные домашние задания (при наличии)								
Реферат (при наличии)								
Эссе (при наличии)								
Проект (при наличии)								
Решение задач	0.5	0.5						
Вес результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей					0.5	0.5		
Вес оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей								
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0.5	
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0.5	
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля								0.5

¹ Учебный Модуль

Вес итогового контроля (Экзамен/зачет) в результирующей оценке итогового контроля								0.5
	$\Sigma = 1$							

3. Теоретический блок (указываются материалы, необходимые для освоения учебной программы дисциплины)

3.1. Материалы по теоретической части курса

3.1.1. Учебник(и);

1. М.А.Нилсен, И.Л.Чанг, Квантовые вычисления и квантовая информация, М.:Мир,2006
2. В.Н. Горбачев, А.И.Жилиба, «Физические основы современных информационных процессов», Санкт-Петербург, 2001.
3. Д.Баумейстер, А.Экерт, А.Цайлингер «Физика квантовой информации» М.: Постмаркет,2002
4. М.О.Скалли, М.С.Зубайри, «Квантовая оптика», М.:Физматлит, 2006
5. Тер-Микаелян М.Л., Простейшие атомные системы в резонансных лазерных полях, УФН, 167, в.12, 1997
6. Валиев К.А, Кокин А.А., « Квантовый компьютер: надежды и реальность», Ижевск, 2001.

3.1.2. Учебное(ые) пособие(я);

1. С.Я.Килин, «Квантовая информация», УФН, 169, 507, 1999.
2. Р.Фейман, «Лекции по физике», т.9, Квантовая физика, М: Мир,1978.
3. Дж.Прескилл, «Квантовая информация и квантовые вычисления», Москва-Ижевск,2008
4. С.А.Чивилихин, «Квантовая информатика» Санкт-Петербург, 2009
5. К.Коэн-Таннуджи, Б.Диу, Ф.Лалоэ, «Квантовая механика», Екатеринбург, 2000
6. M.Fleischhauer, A.Imamoglu, J.Marangos, "Electromagnetically induced transparency: Optics in coherent media", Reviews of Modern Phys.,v.77, p.633, 2005

3.1.3. Курс лекций;

Курс лекций, охватывающий основные темы квантовой и оптической информатики. Лекции включают введение в квантовую механику, квантовые состояния, гейты и алгоритмы, оптические технологии и современные направления развития.

3.1.4. Краткие конспекты лекций;

Конспекты лекций, структурированные по темам курса, с ключевыми понятиями, формулами и примерами для закрепления материала.

3.1.5. Электронные материалы (электронные учебники, учебные пособия, курсы и краткие конспекты лекций, презентации РРТ и т.п.);

1. М.А.Нилсен, И.Л.Чанг, Квантовые вычисления и квантовая информация, М.:Мир,2006
2. В.Н. Горбачев, А.И.Жилиба, «Физические основы современных информационных процессов», Санкт-Петербург, 2001.
3. Д.Баумейстер, А.Экерт, А.Цайлингер «Физика квантовой информации» М.: Постмаркет,2002
4. М.О.Скалли, М.С.Зубайри, «Квантовая оптика», М.:Физматлит, 2006
5. Тер-Микаелян М.Л., Простейшие атомные системы в резонансных лазерных полях, УФН, 167, в.12, 1997
6. Валиев К.А, Кокин А.А., « Квантовый компьютер: надежды и реальность», Ижевск, 2001.

3.1.6. Глоссарий/терминологический словарь;

Список терминов и определений, включающих основные понятия квантовой механики, квантовых вычислений, оптических технологий.

3.1.7. др. варианты материалов, необходимых для освоения учебной программы дисциплины.

- Научные статьи и обзоры: Сборники статей и обзоров из научных журналов по актуальным темам квантовой и оптической информатики.
- Лабораторные работы: Руководства и методические указания для выполнения лабораторных работ.
- Интерактивные симуляторы: Доступ к онлайн симуляторам для моделирования квантовых и оптических систем.
- Форумы и сообщества: Участие в онлайн форумах и сообществах для обсуждения вопросов и обмена опытом.

4. Фонды оценочных средств (указываются материалы, необходимые для проверки уровня знаний в соответствии с содержанием учебной программы дисциплины).

4.1. Планы практических занятий

- Практическое занятие 1: Введение в квантовую механику (решение задач на волновую функцию, операторные методы).
- Практическое занятие 2: Квантовые состояния и кубиты (практические примеры, визуализация на сфере Блоха).
- Практическое занятие 3: Основные квантовые гейты (работа с гейтами, построение квантовых схем).
- Практическое занятие 4: Алгоритмы Шора и Гровера (программирование и симуляция).
- Семинар 1: Обсуждение современных направлений квантовой информатики (примеры исследований и разработок).

- Семинар 2: Применение оптических технологий в информатике (примеры и кейсы из практики).

4.2. Материалы по практической части курса

4.2.1. Наглядно-иллюстративные материалы;

- Плакаты и схемы по квантовым состояниям, гейтам и алгоритмам.
- Видео демонстрации работы оптических систем и компонентов.

4.2.2. др. виды материалов.

- Интерактивные симуляторы для квантовых вычислений Python.

4.3. Вопросы и задания для самостоятельной работы студентов

- Задание 1: Решение задач по определению квантовых состояний.
- Задание 2: Программирование квантовых алгоритмов на языке Python.
- Задание 3: Анализ и оптимизация оптической передачи данных.

4.4. Тематика рефератов для самостоятельных работ

- Реферат 1: История и перспективы квантовых вычислений.
- Реферат 2: Современные методы квантовой криптографии.
- Реферат 3: Этические и социальные аспекты квантовых технологий

4.5. Образцы вариантов контрольных работ, тестов и/или других форм текущих и промежуточных контролей

ОБРАЗЦЫ контрольных работ

1. Опишите принцип суперпозиции и приведите пример двухсостояний суперпозиции на сфере Блоха.
2. Запишите матрицы квантовых гейтов Hadamard и CNOT.
3. Опишите пошагово алгоритм Гровера для поиска одного элемента в неструктурированной базе данных из 4 элементов.
4. Принцип работы лазера.
5. Дайте определение волновой функции и приведите пример её нормировки.

ОБРАЗЦЫ Практических задач

- Сформулируйте принцип суперпозиции и приведите физический пример.
- Объясните отличие классической передачи данных от оптической.
- Какие типы потерь существуют в оптическом волокне и как их минимизируют?
- Почему алгоритм Шора опасен для RSA?
- Какие гейты образуют универсальный набор для квантовых вычислений?

ОБРАЗЦЫ ТЕСТОВ

Отметьте один правильный вариант ответа.

1. Основное отличие квантового кубита от классического бита:

- A) Может хранить больше информации за счёт большего объёма памяти
- B) Может находиться только в 0 или 1
- C) Может находиться в суперпозиции состояний
- D) Имеет отрицательную энергию

2. Что такое запутанность?

- A) Взаимное исключение состояний
- B) Шум в системе связи
- C) Корреляция состояний двух или более кубитов
- D) Поляризация фотонов

3. Что делает гейт Hadamard?

- A) Измеряет кубит
- B) Преобразует базисное состояние в суперпозицию
- C) Уничтожает запутанность
- D) Делит состояние на два подкубита

4. Для чего применяют оптические волокна?

- A) Для создания лазеров
- B) Для передачи данных с малой потерей
- C) Для охлаждения фотонных систем
- D) Для кодирования квантовых ключей

4.6. Перечень вопросов для зачета

- Опишите основные постулаты квантовой механики.
- Что такое волновая функция и каковы ее физические интерпретации?
- Объясните принцип неопределенности Гейзенберга.
- Что такое кубит и как он отличается от классического бита?
- Как представляются квантовые состояния на сфере Блоха?
- Что такое суперпозиция квантовых состояний?
- Объясните принцип суперпозиции с примерами.
- Что такое квантовая запутанность и какие физические явления ее иллюстрируют?
- Как можно экспериментально подтвердить существование запутанных состояний?
- Какие существуют основные квантовые гейты и каковы их функции?
- Объясните принцип действия гейта Hadamard и его применение.
- Как работает квантовый алгоритм Шора?
- Приведите примеры применения алгоритма Гровера.
- Опишите принципы работы оптической системы передачи данных.
- Какие компоненты входят в состав оптической системы и каковы их функции?
- Какие преимущества имеют оптические системы по сравнению с традиционными методами передачи данных?

- Лазеры и их применение в информационных технологиях:
- Каков принцип работы лазера?
- Как лазеры используются в оптических коммуникациях?
- Приведите примеры применения лазеров в современных информационных технологиях.
- Опишите структуру и принцип работы оптического волокна.
- Какие компоненты оптических сетей существуют и каковы их функции?
- Как осуществляется усиление сигнала в оптических сетях?
- Современные направления и перспективы развития квантовой информатики:
- Какие перспективы открываются с развитием квантовых компьютеров?
- Приведите примеры применения квантовых технологий в различных областях науки и техники.
- Какие принципы лежат в основе квантовой криптографии?
- Какие преимущества и вызовы связаны с применением квантовой криптографии?

4.7. Методики решения и ответы к образцам тестовых заданий

- Подробные решения и пояснения к каждому тестовому заданию.
- Примеры правильных и неправильных ответов с объяснениями.

5. Методический блок

5.1. Методика преподавания

5.1.1. Методические рекомендации для студентов по подготовке к семинарским, практическим или лабораторным занятиям, по организации самостоятельной работы студентов при изучении конкретной дисциплины.

Подготовка к семинарским занятиям

1. **Изучение теоретического материала:** Перед каждым семинаром внимательно изучите соответствующий раздел учебника и дополнительные материалы, предоставленные преподавателем. Обратите внимание на основные концепции, определения и примеры.
2. **Конспектирование:** Составьте конспект ключевых моментов и вопросов, которые необходимо обсудить на семинаре. Это поможет лучше понять материал и подготовиться к активному участию в дискуссии.
3. **Просмотр видеолекций:** Если доступны видеолекции по теме семинара, обязательно посмотрите их. Видеолекции помогут лучше усвоить материал и подготовиться к обсуждению.
4. **Подготовка вопросов:** Сформулируйте вопросы по теме, которые остались непонятными или требуют дополнительного пояснения. Это позволит вам активнее участвовать в обсуждениях и получать разъяснения от преподавателя.

Подготовка к практическим занятиям

1. **Решение задач:** Попробуйте решить несколько задач по теме предстоящего занятия самостоятельно. Это могут быть задачи из учебника или дополнительных источников.
2. **Анализ примеров :** Ознакомьтесь с примерами, которые будут обсуждаться на занятии. Попробуйте понять их работу и, если возможно, выполните их на своем компьютере.
3. **Подготовка к обсуждению:** Обсудить свои решения и подходы к задачам с преподавателем и одногруппниками. Запишите вопросы или проблемы, с которыми вы столкнулись при выполнении упражнений.

Организация самостоятельной работы

1. **Планирование времени:** Составьте расписание для самостоятельной работы. Определите время для чтения теоретического материала, выполнения практических заданий и повторения изученного материала.
2. **Использование дополнительных ресурсов:** Воспользуйтесь дополнительными ресурсами, такими как онлайн-курсы, видеолекции, статьи и блоги, чтобы углубить свои знания по теме.
3. **Регулярная практика:** Регулярно выполняйте упражнения и задачи, чтобы закрепить изученный материал. Постепенно увеличивайте сложность задач.
4. **Обратная связь:** Обсуждайте свои решения с одногруппниками и преподавателем. Не стесняйтесь задавать вопросы и просить разъяснений.
5. **Работа в группе:** Сотрудничайте с другими студентами. Обсуждайте решения задач, делитесь опытом и помогайте друг другу.