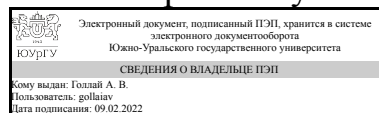


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Высшая школа электроники и  
компьютерных наук



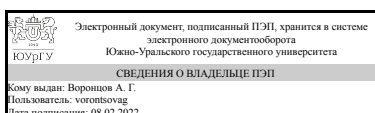
А. В. Голлай

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.16.М2.01 Основы квантовой механики  
для направления 09.03.04 Программная инженерия  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Физика наноразмерных систем

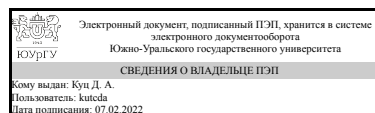
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 920

Зав.кафедрой разработчика,  
д.физ.-мат.н., доц.



А. Г. Воронцов

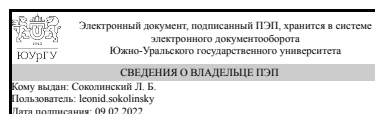
Разработчик программы,  
к.физ.-мат.н., доцент



Д. А. Куц

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления  
д.физ.-мат.н., проф.



Л. Б. Соколинский

## 1. Цели и задачи дисциплины

Главной целью данной дисциплины является подготовка учащихся к работе в области квантовых вычислений. Квантовые вычисления более подробно будут рассматриваться последующих двух дисциплинах "Элементы квантовой оптики" и "Квантовые вычисления". Квантовая механика является основой для квантовых вычислений, поэтому основными задачами данной дисциплины является изложение основных постулатов квантовой механики и изучение математического аппарата квантовой механики.

## Краткое содержание дисциплины

Основное содержание данной дисциплины состоит в подробном рассмотрении следующих тем: волновая функция, понятие оператора физической величины, уравнение Шредингера, соотношение неопределенностей, линейный гармонический осциллятор, матрица плотности, измерение в квантовой механике, запутывание квантовых систем.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Знает: основные положения квантовой механики Имеет практический опыт: решения задачи квантовой механики в матричном представлении
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	Имеет практический опыт: управления своим временем для получения дополнительных знаний по квантовой механике.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.Ф.15.03 Силовые виды спорта, 1.О.07 Экология, 1.Ф.15.00 Физическая культура и спорт, 1.Ф.15.02 Фитнес, 1.О.05 Физика, 1.Ф.15.01 Адаптивная физическая культура и спорт	1.О.14 Экономика, 1.Ф.16.М5.02 Инструментарий решения изобретательских задач, 1.Ф.16.М5.03 Организация продуктивного мышления, 1.Ф.16.М1.03 Приложения и практика анализа данных, 1.Ф.16.М6.03 Финансовый профиль бизнеса, 1.Ф.16.М2.02 Элементы квантовой оптики, ФД.01 Академия интернета вещей, 1.Ф.16.М1.02 Программирование для анализа данных, 1.Ф.16.М2.03 Квантовые вычисления, 1.Ф.16.М6.02 Современные подходы к организации бизнеса, 1.О.00 Физическая культура,

	<p>1.Ф.16.М4.02 Анализ данных, моделирование и методы искусственного интеллекта,  1.О.03 Философия,  1.Ф.16.М7.03 Интеллектуальные измерительные системы,  1.Ф.16.М4.03 Информационные технологии в управлении организационными структурами,  1.Ф.16.М8.02 Основы цифровой обработки сигналов,  1.Ф.16.М3.03 Основы проектной деятельности,  1.Ф.16.М3.02 Основы предпринимательства,  1.О.15 Правоведение,  1.Ф.16.М8.03 Цифровые электронные устройства,  1.Ф.16.М9.02 Современные методы решения проблем энерго- и ресурсосбережения,  1.Ф.16.М7.02 Программное обеспечение измерительных процессов,  1.Ф.16.М9.03 IT-технологии в решении экологических задач</p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.Ф.15.02 Фитнес	<p>Знает: организационно-методические основы фитнеса, научно-практические основы различных фитнес-направлений и здорового образа жизни Умеет: устанавливать приоритеты и планировать на их основе занятия фитнесом в целях повышение физической и умственной работоспособности, адаптации к внешним факторам, выбирать средства и методы физического воспитания в различных фитнес-направлениях для профессионально-личностного развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа жизни Имеет практический опыт: нормирования и контроля оздоровительно-тренировочных нагрузок по фитнесу в программе формирования своего здорового образа жизни, использования адекватных средств и методов физического воспитания в различных фитнес –направлениях с целью укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</p>
1.Ф.15.00 Физическая культура и спорт	<p>Знает: организационно-методические основы физической культуры и спорта, научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни Умеет: устанавливать приоритеты и планировать на их основе занятия физической культурой в целях повышение физической и умственной работоспособности,</p>

	<p>адаптации к внешним факторам, выбирать средства и методы физического воспитания для профессионально-личностного развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа жизни Имеет практический опыт: нормирования и контроля оздоровительно-тренировочных нагрузок в программе формирования своего здорового образа жизни, использования адекватных средств и методов физического воспитания с целью укрепления индивидуального здоровья; физического самосовершенствования для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</p>
<p>1.Ф.15.03 Силовые виды спорта</p>	<p>Знает: научно-практические основы силовых видов спорта и здорового образа жизни, организационно-методические основы силовых видов спорта Умеет: выбирать средства и методы физического воспитания в силовых видах спорта для профессионально-личностного развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа жизни, устанавливать приоритеты и планировать на их основе занятия силовыми видами спорта в целях повышение физической и умственной работоспособности, адаптации к внешним факторам Имеет практический опыт: использования адекватных средств и методов физического воспитания в силовых видах спорта с целью укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности, нормирования и контроля оздоровительно-тренировочных нагрузок по видам спорта силовой направленности в программе формирования своего здорового образа жизни</p>
<p>1.Ф.15.01 Адаптивная физическая культура и спорт</p>	<p>Знает: организационно-методические основы адаптивной физической культуры , средства и методы адаптивной физической культуры Умеет: устанавливать приоритеты и планировать на их основе занятия адаптивной физической культурой в целях сохранения и укрепления здоровья , использовать средства и методы адаптивной физической культуры для профессионально-личностного развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа и стиля жизни Имеет практический опыт: физического саморазвития на основе занятий адаптивной физической культурой, применения средств и методов адаптивной физической культуры для укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования, чтобы обеспечить успешную полноценную социальную и профессиональную деятельности</p>

1.О.07 Экология	<p>Знает: о безопасных условиях жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций, о действующих правовых нормах, имеющихся ресурсах и ограничениях их применения Умеет: создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций, определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений Имеет практический опыт: создания и поддержания безопасных условий жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций, определения круга задач в рамках поставленной цели и выбора оптимальных способов их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p>
1.О.05 Физика	<p>Знает: структуру курса дисциплины, рекомендуемую литературу, фундаментальные разделы физики; методы и средства измерения физических величин; методы обработки экспериментальных данных Умеет: применять основные законы физики для успешного решения задач, направленных на саморазвитие обучающегося и подготовку к профессиональной деятельности, использовать знания фундаментальных основ, подходы и методы математики, физики в обучении и профессиональной деятельности, в интегрировании имеющихся знаний, наращивании накопленных знаний; применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач; работать с измерительными приборами; выполнять физический эксперимент, обрабатывать результаты измерений, строить графики и проводить графический анализ опытных данных; считать систематические и случайные ошибки прямых и косвенных измерений, приборные ошибки; применять современное физическое оборудование и приборы при решении практических задач Имеет практический опыт: самостоятельного решения учебных и профессиональных задач с применением методов и подходов, развиваемых и используемых в физике, в том числе задач, которые требуют применения измерительной аппаратуры; навыками правильного представления и анализа полученных результатов, владения фундаментальными понятиями и основными законами классической и современной физики и методами их использования; методологией организации,</p>

	планирования, проведения и обработки результатов экспериментов и экспериментальных исследований; навыками физического эксперимента и умения применять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей специальности; навыками проведения расчетов, как при решении задач, так и при научном эксперименте; навыками оформления отчетов по результатам исследований; навыками работы с измерительной аппаратурой, в том числе с цифровой измерительной техникой; навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности измерений; навыками анализа полученных результатов, как для решения задач, так и для эксперимента и измерений
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 72,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	71,75	71,75	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Подготовка к контрольной работе №1, №2, №3.	41,75	41.75	
Подготовка к зачету	30	30	
Консультации и промежуточная аттестация	8,25	8,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Современные перспективы квантовых технологий	2	2	0	0
2	Экспериментальные предпосылки создания квантовой механики	12	6	6	0
3	Основные положения квантовой механики	50	24	26	0

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Зачем нам нужны квантовые технологии. Вводная лекция.	2
2	2	Волновое уравнение. Интерференция.	2
3	2	С чего началась квантовая механика: формула Планка для теплового излучения, фотоэффект, эффект Комптона.	2
4	2	С чего началась квантовая механика: гипотеза де-Бройля, спектр атома водорода, постулаты Бора.	2
5	3	Постулаты квантовой механики. Волновая функция. Операторы физических величин.	2
6	3	Собственные векторы и собственные значения линейных операторов	2
7	3	Уравнение Шредингера.	2
8	3	Принцип неопределенностей	2
9	3	Линейный гармонический осциллятор.	2
10	3	Эквивалентные представления.	2
11	3	Законы сохранения и сохраняющиеся величины	2
12	3	Матричная формулировка квантовой механики.	2
13	3	Понятие матрицы плотности.	2
14	3	Системы тождественных частиц.	2
15	3	ЭПР парадокс.	2
16	3	Неравенства Белла.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Волновое уравнение. Интерференция.	2
2	2	Основы квантовой оптики: тепловое излучение, фотоэффект, эффект Комптона.	2
3	2	Основы квантовой оптики: волны де-Бройля, спектр атома водорода.	2
4	3	Линейные пространства. Размерность. Базис. Эрмитово скалярное произведение, унитарное и гильбертово пространства.	2
5	3	Алгебра линейных операторов.	2
6	3	Правила сопряжения. Самосопряженные (эрмитовы) операторы. Фундаментальные операторы КМ.	2
7	3	Задачи на собственные значения для эрмитовых операторов.	2
8	3	Простейшие одномерные задачи (замкнутая линия, потенциальный барьер, потенциальная яма).	2
9	3	Линейный гармонический осциллятор.	2
10	3	Представление Шредингера и представление Гейзенберга.	2
11	3	Симметрия в квантовой механике.	2
12	3	Задачи в матричной формулировке.	2
13	3	Задачи на матрицу плотности.	2
14	3	Бозоны и фермионы.	2
15	3	Тензорное произведение состояний и запутанные состояния.	2
16	3	Квантовая нелокальность.	2

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к контрольной работе №1, №2, №3.	Савельев И. В. Основы теоретической физики. Том 2. Квантовая механика (2021). Глава 1, п. 1-5, с. 7-21; Глава 2, п. 7-14, с. 25-71; Глава 3, п. 15-18, с. 72-80; Глава 4, п. 21-22, с. 96-103; Глава 9, п. 45-46, с. 243-245. <a href="https://e.lanbook.com/book/169151">https://e.lanbook.com/book/169151</a> Иродов, И. Е. Задачи по квантовой физике (2020). Истоки квантовой физики - стр. 7-24, Волновые свойства частиц - стр. 25-41, Основы квантовой механики - стр. 42-55. <a href="https://e.lanbook.com/book/135493">https://e.lanbook.com/book/135493</a>	3	41,75
Подготовка к зачету	Савельев И. В. Основы теоретической физики. Том 2. Квантовая механика (2021). Глава 1, п. 1-5, с. 7-21; Глава 2, п. 7-14, с. 25-71; Глава 3, п. 15-18, с. 72-80; Глава 4, п. 21-22, с. 96-103; Глава 9, п. 45-46, с. 243-245. <a href="https://e.lanbook.com/book/169151">https://e.lanbook.com/book/169151</a> Иродов, И. Е. Задачи по квантовой физике (2020). Истоки квантовой физики - стр. 7-24, Волновые свойства частиц - стр. 25-41, Основы квантовой механики - стр. 42-55. <a href="https://e.lanbook.com/book/135493">https://e.lanbook.com/book/135493</a>	3	30

#### 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

##### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Текущий контроль	Контрольная работа №1	1	5	Контрольная работа охватывает 2-ой раздел курса. Работа состоит из 5 задач, каждая задача оценивается в 1 балл (есть подробное решение, получен правильный ответ - 1 балл; иначе - 0 баллов).	дифференцированный зачет
2	3	Текущий контроль	Контрльная работа № 2	1	5	Контрольная работа охватывает первую половину	дифференцированный зачет



						3-го раздела курса. Работа состоит из 5 задач, каждая задача оценивается в 1 балл (есть подробное решение, получен правильный ответ - 1 балл; иначе - 0 баллов).	
3	3	Текущий контроль	Контрльная работа № 3	1	5	Контрольная работа охватывает вторую половину 3-го раздела курса. Работа состоит из 5 задач, каждая задача оценивается в 1 балл (есть подробное решение, получен правильный ответ - 1 балл; иначе - 0 баллов).	дифференцированный зачет
4	3	Промежуточная аттестация	Зачет	-	8	Билет содержит 8 задач. Правильное решение задачи оценивается в 1 балл (есть подробное решение, получен правильный ответ - 1 балл; нет подробного решения или нет правильного ответа - 0 баллов).	дифференцированный зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	Промежуточная аттестация может быть выставлена по результатам текущей успеваемости. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации не является обязательным. Студент может улучшить свой рейтинг, пройдя контрольное мероприятие промежуточной аттестации, которое проводится в письменной форме. Билет содержит 8 задач. Время на выполнение: 90 минут. В процессе подготовки к ответу запрещено пользоваться печатными и электронными источниками информации. Студенту могут быть заданы дополнительные уточняющие вопросы.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	3	4
УК-2	Знает: основные положения квантовой механики	+	+		+
УК-2	Имеет практический опыт: решения задачи квантовой механики в матричном представлении		+		+
УК-6	Имеет практический опыт: управления своим временем для получения дополнительных знаний по квантовой механике.			+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Куц Д.А. Методические указания для самостоятельной работы студентов по предмету "Основы квантовой механики", 2022. — 7 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Куц Д.А. Методические указания для самостоятельной работы студентов по предмету "Основы квантовой механики", 2022. — 7 с.

## Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Савельев, И. В. Основы теоретической физики : учебник : в 2 томах / И. В. Савельев. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021 — Том 2 : Квантовая механика — 2021. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-0620-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/169151">https://e.lanbook.com/book/169151</a> (дата обращения: 04.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Иродов, И. Е. Задачи по квантовой физике : учебное пособие / И. Е. Иродов. — 6-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 220 с. — ISBN 978-5-00101-685-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/135493">https://e.lanbook.com/book/135493</a> (дата обращения: 04.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Блохинцев, Д. И. Основы квантовой механики : учебное пособие / Д. И. Блохинцев. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 672 с. — ISBN 978-5-8114-0554-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/167719">https://e.lanbook.com/book/167719</a> (дата обращения: 04.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Демидович, Б. П. Математические основы квантовой механики : учебное пособие для вузов / Б. П. Демидович. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-9077-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/184056">https://e.lanbook.com/book/184056</a> (дата обращения: 04.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	608 (16)	Персональный компьютер, проектор.