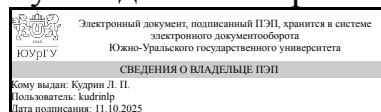


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



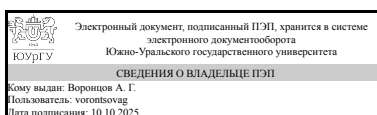
Л. П. Кудрин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.19.М2.02 Элементы квантовой оптики  
для направления 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Физика наноразмерных систем

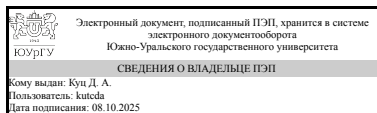
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 928

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



А. Г. Воронцов

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



Д. А. Куц

## 1. Цели и задачи дисциплины

Главной целью данной дисциплины является подготовка учащихся к работе в области квантовых вычислений и квантовой метрологии. Основной задачей данной дисциплины является изучение явлений, в которых проявляется квантовые свойства света, основное внимание уделяется неклассическим состояниям света.

## Краткое содержание дисциплины

Основное содержание данной дисциплины состоит в подробном рассмотрении неклассических состояний света: сжатый свет, однофотонные и двухфотонные состояния, а также в методах генерации таких состояний и методах их детектирования.

## 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 | Умеет: решать задачи квантовой оптики                                                                                                                                                 |
| УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни                                | Знает: как управлять своим временем, чтобы освоить аппарат операторов рождения – уничтожения<br>Умеет: выстраивать траекторию саморазвития для освоения материала по квантовой оптике |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Перечень последующих дисциплин, видов работ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.Ф.19.М5.01 Основы стратегического менеджмента,<br>1.Ф.19.М11.01 Введение в технологическое предпринимательство,<br>1.Ф.19.М9.01 Технологии цифровизации и интернет вещей,<br>1.Ф.19.М1.01 Анализ данных и технологии работы с данными,<br>1.Ф.19.М12.01 Цифровые измерительные устройства,<br>1.Ф.19.М7.01 Основы создания умных устройств,<br>1.Ф.19.М13.01 Современные экологические проблемы,<br>1.Ф.19.М8.01 Практическая грамматика русского языка как иностранного,<br>1.Ф.18.00 Физическая культура и спорт,<br>1.Ф.19.М10.01 Функционально-стоимостной анализ и теория ошибок,<br>1.Ф.19.М3.01 Управление коммуникациями, | 1.Ф.19.М7.03 Интеллектуальные методы совершенствования умных систем,<br>1.О.00 Физическая культура,<br>1.Ф.19.М6.03 Создание интеллектуальных систем,<br>1.Ф.19.М11.03 Финансовый профиль бизнеса,<br>1.Ф.19.М5.03 Основы проектной деятельности,<br>1.О.05 Правоведение,<br>1.Ф.19.М1.03 Приложения и практика анализа данных,<br>ФД.03 Введение в интеллектуальную собственность,<br>1.Ф.19.М2.03 Квантовые вычисления,<br>1.Ф.19.М13.03 IT-технологии в решении экологических задач,<br>1.Ф.19.М8.03 Практическая стилистика научной речи,<br>1.Ф.19.М12.03 Интеллектуальные измерительные системы, |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.Ф.19.М6.01 Основы программирования на языке Python,<br>1.Ф.19.М4.01 Генерация и валидация идей технологического стартапа,<br>1.О.16 Начертательная геометрия и инженерная графика,<br>1.Ф.19.М2.01 Основы квантовой механики,<br>1.О.09 Основы теории цепей и электротехника,<br>1.Ф.18.01 Адаптивная физическая культура и спорт,<br>Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр) | 1.Ф.19.М3.03 Организация командной работы,<br>1.О.04 Философия,<br>1.О.14 Экология,<br>1.Ф.19.М9.03 Информационные технологии в управлении организационными структурами,<br>1.О.06 Экономика,<br>1.Ф.19.М4.03 Бизнес-модель стартапа,<br>1.Ф.19.М10.03 Организация продуктивного мышления |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

| Дисциплина                                               | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.Ф.19.М12.01 Цифровые измерительные устройства          | Знает: принципы построения цифровых измерительных устройств на основе современной элементной базы<br>Умеет: анализировать и прогнозировать развитие измерительных устройств для цифровой индустрии, анализировать метрологические характеристики цифровых измерительных каналов<br>Имеет практический опыт: проектирования цифровых измерительных устройств на современной элементной базе; программирования контроллеров для опроса цифровых сенсоров                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1.Ф.18.00 Физическая культура и спорт                    | Знает: научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни, организационно-методические основы физической культуры и спорта<br>Умеет: выбирать средства и методы физического воспитания для профессионально-личностного развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа жизни, устанавливать приоритеты и планировать на их основе занятия физической культурой в целях повышение физической и умственной работоспособности, адаптации к внешним факторам<br>Имеет практический опыт: использования адекватных средств и методов физического воспитания с целью укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности, нормирования и контроля оздоровительно-тренировочных нагрузок в программе формирования своего здорового образа жизни |
| 1.Ф.19.М1.01 Анализ данных и технологии работы с данными | Знает: способы сбора, обработки и анализа данных для решения своих профессиональных задач с учётом имеющихся ресурсов и правовых норм<br>Умеет: применять математические методы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                      | обработки данных для выбора и реализации оптимального способа решения профессиональных задач Имеет практический опыт:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 1.Ф.19.М8.01 Практическая грамматика русского языка как иностранного | Знает: приемы планирования и выстраивания траектории профессионального развития (совершенствования грамматических навыков на русском языке как иностранном), способы формулировки цели и задач на русском языке в соответствии с грамматическими нормами русского языка Умеет: планировать и выстраивать траекторию своего профессионального развития (совершенствования грамматических навыков на русском языке как иностранном) на основе навыков самоконтроля, формулировать цели и задач на русском языке в соответствии с грамматическими нормами русского языка, а также исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений Имеет практический опыт: планирования траектории развития и совершенствования своих грамматических навыков на русском языке как иностранном , формулирования целей и задач на русском языке в соответствии с грамматическими нормами русского языка |
| 1.Ф.19.М5.01 Основы стратегического менеджмента                      | Знает: методы постановки целей саморазвития и стратегического планирования саморазвития, методы и принципы целеполагания, механизмы отбора оптимальных решений, правовые нормы в рамках профессиональной деятельности Умеет: выстраивать траекторию саморазвития с учетом существующих ограничений, выбирать оптимальные решения с учетом действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений Имеет практический опыт: постановки целей саморазвития, выбора оптимальных решений с учетом действующих ограничений и ресурсов на основе результатов стратегического анализа                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 1.Ф.19.М11.01 Введение в технологическое предпринимательство         | Знает: понятие и инструменты технологического предпринимательства, основные элементы инфраструктуры технологического предпринимательства и правовые нормы Умеет: генерировать технологические бизнес-идеи и ставить бизнес-цели, определять подходящие инструменты маркетинга для решения задач рыночного продвижения бизнес-идеи Имеет практический опыт: селекции технологических бизнес-идей по различным критериям в условиях ресурсных ограничений, а также валидации бизнес-идей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1.Ф.19.М6.01 Основы программирования на языке Python                 | Знает: основы языка Python, области применения языка Python Умеет: применять язык программирования Python для решения поставленных задач, выбирать структуры данных                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                   | <p>языка Python для решения поставленных задач</p> <p>Имеет практический опыт: написания программы на языке Python, использования структур данных языка Python</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1.Ф.19.М2.01 Основы квантовой механики                            | <p>Знает: основные положения квантовой механики</p> <p>Умеет: Имеет практический опыт: управления своим временем для получения дополнительных знаний по квантовой механике, решения задачи квантовой механики в матричном представлении</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1.Ф.19.М7.01 Основы создания умных устройств                      | <p>Знает: архитектуру микроконтроллеров (Arduino), правовые аспекты использования стороннего программного обеспечения, критерии и методы выбора датчиков и исполнительных механизмов, методы планирования этапов разработки, принципы распределения времени при работе над проектами</p> <p>Умеет: формулировать задачи для реализации собственных проектов, подбирать компоненты с учетом ресурсов и технических ограничений, составлять планы выполнения задач, адаптировать предложенные материалы для самостоятельного изучения новых технологий</p> <p>Имеет практический опыт: создания автономных устройств, оптимизации решений на основе анализа доступных технологий и требований безопасности, реализации проектов в соответствии с заданными сроками, поиска ошибок и корректировки траектории обучения на основе обратной связи</p> |
| 1.Ф.19.М4.01 Генерация и валидация идей технологического стартапа | <p>Знает: понятие и инструменты технологического бизнеса; процесс планирования, проектирования и разработки технологий эффективного производства продуктов технологического предпринимательства; основы дизайн-мышления и методы генерирования идей</p> <p>Умеет: генерировать технологические бизнес-идеи и проводить их маркетинговую валидацию, разрабатывать план процесса customer development; определять подходящие инструменты маркетинга для решения задач рыночного продвижения бизнес-идеи</p> <p>Имеет практический опыт: селекции технологических бизнес-идей по различным критериям в условиях ресурсных ограничений, валидации бизнес-идей, проведения маркетинговых исследований</p>                                                                                                                                             |
| 1.О.09 Основы теории цепей и электротехника                       | <p>Знает: "Основные элементы электрических цепей и их параметры. Топологию электрических цепей. Основные методы анализа электрических цепей.", "основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования; принципы философии, относящиеся к самоконтролю, саморазвитию и самообразованию человека.", законы теории цепей и электротехники, "Основные режимы работы</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                       | <p>электрических цепей." Умеет: "Объяснять физическое назначение элементов и влияние их параметров на функциональные свойства и переходные процессы электрических цепей.", планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения; планировать этапы работы на основе цели и задач исследования, проводить экспериментальные исследования по теории цепей и электротехники, выполнять чертежи при помощи пакетов графических программ; строить трехмерные модели объектов и изделий при помощи пакетов графических программ; создавать визуализированные презентации спроектированных объектов и изделий при помощи пакетов графических программ; создавать пользовательские приложения для пакетов графических программ Имеет практический опыт: Владением практическими методами измерения параметров и характеристик электрических цепей, "Имеет практический опыт: управления собственным временем; определения направления саморазвития и самообразования; составления плана работы и его реализации.", обработки и представления данных, полученных в результате экспериментальных исследований по теории цепей и электротехники, : работы в пакетах графических программ; приемами компьютерного дизайна; техникой работы с цветом и использования всей палитры цветов</p> |
| 1.Ф.19.М13.01 Современные экологические проблемы      | <p>Знает: круг задач цифровизации в современных экологических проблемах Умеет: выбирать оптимальные цифровые решения экологических задач Имеет практический опыт: поиска и информации по современным экологическим проблемам</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 1.Ф.19.М9.01 Технологии цифровизации и интернет вещей | <p>Знает: основные направления технологического развития и его влияние на человеческое общество; свойства и процессы взаимодействия человеческого и киберфизического социумов; информационные и лингвистические свойства сети "интернет"; трансформационные особенности влияния сети "интернет" в отношении понимания процессов окружающего мира и принятия решений; представления предметной области и ее модели в формате онтологии, свойства и особенности информационных представлений в аналоговой и цифровой формах; основные математический модели обработки информации; способы получения информации из окружающей среды, методы ее интеграции, обработки, анализа и реализации воздействий; способы и интерфейсы информационного обмена; структуру, базовые</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                | технологии и компоненты интернета вещей; стандарты интернета вещей Умеет: определять и анализировать группы требований и требования групп проектов интернета вещей; строить модели и этапы саморазвития в рамках модели целенаправленной деятельности, пользоваться основными приемами анализа и преобразований информации в различных формах и форматах; использовать формальные модели объектов и систем для описаний состояний и процессов различных предметных областей Имеет практический опыт: применения онтологий как цифровой модели предметной области и формирования требований групп при реализации проектов интернета вещей, анализа и преобразований цифровых моделей физических и виртуальных объектов                                                                        |
| 1.Ф.19.М10.01 Функционально-стоимостной анализ и теория ошибок | Знает: основы тайм-менеджмента, основы функционально-стоимостного анализа (ФСА) и теории ошибок Умеет: планировать свой временной режим работы, выявлять ансамбли неприятностей (нежелательных эффектов) в системах – ядра задач Имеет практический опыт: планирования и управления своим временем в ходе саморазвития, выявления неприятностей (нежелательных эффектов) в ходе ФСА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 1.Ф.18.01 Адаптивная физическая культура и спорт               | 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 |
| 1.О.16 Начертательная геометрия и инженерная графика           | Знает: методы проецирования и построения изображений геометрических фигур, изучить принципы графического изображения деталей и узлов; методы проецирования и построения изображений геометрических фигур, изучить принципы графического изображения деталей и узлов; методы проецирования и построения изображений геометрических фигур, изучить принципы графического изображения деталей и узлов; методы проецирования и построения изображений геометрических фигур, изучить                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

принципы графического изображения деталей и узлов; методы проецирования и построения изображений геометрических фигур, изучить принципы графического изображения деталей и узлов; методы проецирования и построения изображений геометрических фигур, изучить принципы графического изображения деталей и узлов; методы проецирования и построения изображений геометрических фигур, изучить принципы графического изображения деталей и узлов; методы проецирования и построения изображений геометрических фигур, изучить принципы графического изображения деталей и узлов; Умеет: "анализировать форму предметов в натуре по чертежам; моделировать предметы по их изображениям. На основе методов построения изображений геометрических фигур решать различные позиционные и метрические задачи, относящиеся к этим фигурам; анализировать форму предметов в натуре и по чертежам; моделировать предметы по их изображениям. На основе методов построения изображений геометрических фигур решать различные позиционные и метрические задачи, относящиеся к этим фигурам; анализировать форму предметов в натуре и по чертежам; моделировать предметы по их изображениям. На основе методов построения изображений геометрических фигур решать различные позиционные и метрические задачи, относящиеся к этим фигурам;" , "анализировать форму предметов в натуре по чертежам; моделировать предметы по их изображениям. На основе методов построения изображений геометрических фигур решать различные позиционные и метрические задачи, относящиеся к этим фигурам; анализировать форму предметов в натуре и по чертежам; моделировать предметы по их изображениям. На основе методов построения изображений геометрических фигур решать различные позиционные и метрические задачи, относящиеся к этим фигурам; анализировать форму предметов в натуре и по чертежам; моделировать предметы по их изображениям. На основе методов построения изображений геометрических фигур решать различные позиционные и метрические задачи, относящиеся к этим фигурам;" , анализировать форму предметов в натуре и по чертежам; моделировать предметы по их изображениям. На основе методов построения изображений геометрических фигур решать различные



|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | коммуникативных технологий для академического и профессионального взаимодействия Умеет: устанавливать коммуникации, обеспечивающие успешную работу в проектах Имеет практический опыт: владеть методиками разработки цели и задач проекта на основе эффективных коммуникаций; разработки коммуникационной сети для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр) | Знает: основные приемы обработки и представления экспериментальных данных, фундаментальные основы высшей математики, включая алгебру, геометрию и математический анализ, методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных; Умеет: решать задачи обработки данных с помощью современных инструментальных средств и соответствующего математического аппарата, самостоятельно использовать математический аппарат, содержащийся в литературе, расширять свои математические познания, применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных; Имеет практический опыт: сбора, обработки и анализа отечественной и зарубежной научно-технической информации по тематике исследования в области электроники, проведения инженерных расчетов; использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач, применения методов поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных; |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 72,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|
|                                                                            |             | в часах                    |
|                                                                            |             | Номер семестра             |
|                                                                            |             | 4                          |
| 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>                                        | 71,5        | 71,5                       |

|                                             |      |           |
|---------------------------------------------|------|-----------|
| Подготовка к контрольной работе №1, №2, №3. | 40   | 40        |
| Подготовка к зачету                         | 31,5 | 31.5      |
| Консультации и промежуточная аттестация     | 8,5  | 8,5       |
| 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         | Классическая оптика              | 12                                        | 6  | 6  | 0  |
| 2         | Квантовая оптика                 | 52                                        | 26 | 26 | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия            | Кол-во часов |
|----------|-----------|--------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Введение в оптику.                                                 | 2            |
| 2        | 1         | Волновая оптика: интерференция, дифракция, поляризация, дисперсия. | 2            |
| 3        | 1         | Электромагнитное поле, уравнения Максвелла.                        | 2            |
| 4        | 2         | Распределение Планка.                                              | 2            |
| 5        | 2         | Излучательные переходы в атомах.                                   | 2            |
| 6        | 2         | Лазерное излучение: моды, свойства излучения.                      | 2            |
| 7        | 2         | Фоковские состояния.                                               | 2            |
| 8        | 2         | Квантовая механика светоделиителя.                                 | 2            |
| 9        | 2         | Когерентный свет.                                                  | 2            |
| 10       | 2         | Смещенные вакуумные состояния.                                     | 2            |
| 11       | 2         | Супер-пуассоновский свет и субпуассоновский свет.                  | 2            |
| 12       | 2         | Группировка и антигруппировка фотонов.                             | 2            |
| 13       | 2         | Спонтанное параметрическое рассеивание света.                      | 2            |
| 14       | 2         | Сжатый свет.                                                       | 2            |
| 15       | 2         | Детектирование сжатого света.                                      | 2            |
| 16       | 2         | Функция Вигнера.                                                   | 2            |

### 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                                           | Кол-во часов |
|-----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Решение задач по темам: законы геометрической оптики, формула тонкой линзы, сферические зеркала, полное внутреннее отражение. | 2            |
| 2         | 1         | Решение задач по темам: интерференция, дифракция, поляризация, дисперсия.                                                     | 2            |
| 3         | 1         | Решение задач по темам: электромагнитные волны, уравнения Максвелла.                                                          | 2            |
| 4         | 2         | Решение задач по темам: распределение Планка, тепловое излучение.                                                             | 2            |
| 5         | 2         | Решение задач по темам: коэффициенты Эйнштейна, ширина и форма спектральной линии.                                            | 2            |
| 6         | 2         | Решение задач по теме: моды лазера.                                                                                           | 2            |
| 7         | 2         | Решение задач по темам: операторы рождения, уничтожения, числа фотонов.                                                       | 2            |
| 8         | 2         | Решение задач по определению выходного состояния после прохождения светом делителя пучка.                                     | 2            |

|    |   |                                                                    |   |
|----|---|--------------------------------------------------------------------|---|
| 9  | 2 | Решение задач по теме: когерентный свет.                           | 2 |
| 10 | 2 | Решение задач по теме: смещенные вакуумные состояния.              | 2 |
| 11 | 2 | Решение задач по теме: непуассоновский свет.                       | 2 |
| 12 | 2 | Решение задач по темам: группировка и антигруппировка фотонов.     | 2 |
| 13 | 2 | Решение задач по теме: спонтанное параметрическое рассеяние света. | 2 |
| 14 | 2 | Решение задач по теме: сжатый свет.                                | 2 |
| 15 | 2 | Решение задач по теме: детектирование сжатого света.               | 2 |
| 16 | 2 | Расчет функции Вигнера.                                            | 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. | Самарцев, В. В. Коррелированные фотоны и их применение : учебное пособие — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2014. — 168 с. Глава 1, стр 8-24; глава 2, стр. 25-44; глава 3, стр. 45-53; глава 4, стр. 68-82. <a href="https://e.lanbook.com/book/59661">https://e.lanbook.com/book/59661</a><br>Белинский, А. В. Квантовые измерения : учебное пособие — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 185 с. Глава 1 - 13: стр. 5-81. <a href="https://e.lanbook.com/book/135495">https://e.lanbook.com/book/135495</a> | 4       | 40           |
| Подготовка к зачету                         | Самарцев, В. В. Коррелированные фотоны и их применение : учебное пособие — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2014. — 168 с. Глава 1, стр 8-24; глава 2, стр. 25-44; глава 3, стр. 45-53; глава 4, стр. 68-82. <a href="https://e.lanbook.com/book/59661">https://e.lanbook.com/book/59661</a><br>Белинский, А. В. Квантовые измерения : учебное пособие — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 185 с. Глава 1 - 13: стр. 5-81. <a href="https://e.lanbook.com/book/135495">https://e.lanbook.com/book/135495</a> | 4       | 31,5         |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

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-мestr | Вид контроля | Название контрольного | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов | Учи-тыва- |
|------|----------|--------------|-----------------------|-----|------------|---------------------------|-----------|
|------|----------|--------------|-----------------------|-----|------------|---------------------------|-----------|

|   |   |                          |                       |   |   |                                                                                                                                                                                                           |                          |
|---|---|--------------------------|-----------------------|---|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|   |   |                          | мероприятия           |   |   |                                                                                                                                                                                                           | ется в ПА                |
| 1 | 4 | Текущий контроль         | Контрольная работа №1 | 1 | 5 | Контрольная работа охватывает следующие лекции курса: 1-6. 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 | 4 | Текущий контроль         | Контрльная работа № 2 | 1 | 5 | Контрольная работа охватывает следующие лекции курса: 7-11. Работа состоит из 5 задач, каждая задача оценивается в 1 балл (есть подробное решение, получен правильный ответ - 1 балл; иначе - 0 баллов).  | дифференцированный зачет |
| 3 | 4 | Текущий контроль         | Контрльная работа № 3 | 1 | 5 | Контрольная работа охватывает следующие лекции курса: 12-16. 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 | 4 | 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. Паспорт фонда оценочных средств

|             |                     |         |
|-------------|---------------------|---------|
| Компетенции | Результаты обучения | №<br>КМ |
|-------------|---------------------|---------|

|      |                                                                                              |   |   |    |   |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----|---|
|      |                                                                                              | 1 | 2 | 3  | 4 |
| УК-2 | Умеет: решать задачи квантовой оптики                                                        | + |   | ++ |   |
| УК-6 | Знает: как управлять своим временем, чтобы освоить аппарат операторов рождения – уничтожения | + | + | +  |   |
| УК-6 | Умеет: выстраивать траекторию саморазвития для освоения материала по квантовой оптике        | + | + | +  |   |

Типовые контрольные задания по каждому 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 сам. раб. \_Элементы квантовой оптики\_2022

#### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Куц Д.А. Методические указания для сам. раб. \_Элементы квантовой оптики\_2022

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы      | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|---------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Основная литература | ЭБС издательства Лань                    | Фёдоров, Д. Л. Физика. Квантовая оптика : учебное пособие / Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2023. — 40 с. — ISBN 978-5-00221-007-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/493073">https://e.lanbook.com/book/493073</a> (дата обращения: 08.10.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 2 | Основная литература | ЭБС издательства Лань                    | Бодунов, Е. Н. Волновая и квантовая оптика : учебное пособие / Е. Н. Бодунов, В. Ф. Лапшин, В. И. Никитченко. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2024. — 65 с. — ISBN 978-5-7641-2016-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/505202">https://e.lanbook.com/book/505202</a> (дата обращения: 08.10.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.                       |

Перечень используемого программного обеспечения:

## 1. Microsoft-Windows(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

## 1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.      | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекции                          | 608<br>(16) | Персональный компьютер, проектор.                                                                                                                |
| Практические занятия и семинары | 608<br>(16) | Персональный компьютер, проектор.                                                                                                                |
| Самостоятельная работа студента | 127<br>(36) | Компьютер, моноблоки, подключенные к сети Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, проектор, экран. |
| Зачет                           | 608<br>(16) | Персональный компьютер, проектор.                                                                                                                |