

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

**Заведующий кафедрой**

**Базовая кафедра фотоники и  
лазерных технологий  
(ФиЛТ\_ИФО)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заведующий кафедрой**

**Базовая кафедра фотоники и  
лазерных технологий  
(ФиЛТ\_ИФО)**

наименование кафедры

**Втюрин А.Н.**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
КОГЕРЕНТНАЯ ФОТОНИКА**

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.02 Когерентная фотоника

Направление подготовки /  
специальность 16.04.01 Техническая физика, программа  
16.04.01.02 Оптическая физика и квантовая  
электроника 2020г

Направленность  
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2020

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

160000 «ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 16.04.01 Техническая физика, программа 16.04.01.02

Оптическая физика и квантовая электроника 2020г.

Программу д-р физ.-мат. наук, профессор, Слабко В.В.  
составили

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель преподавания дисциплины**

Когерентная фотоника - наука об оптических характеристиках материалов, построенных из частиц наноразмерных масштабов, а так же методах формирования и управления характеристиками таких материалов с помощью когерентного оптического излучения. Поэтому когерентная оптика является важной составляющей курса когерентной фотоники. Очевидно, что этот курс представляет собой одну из важных дисциплин специализации при подготовке магистров по направлению 16.04.01 «Техническая физика» магистерской программы 16.04.01.02 «Оптическая физика и квантовая электроника». Она может стать основой для будущих технологий, поскольку позволят создавать и управлять, с помощью оптического излучения, системами из элементов, более миниатюрных, чем используемые сегодня.

Курс посвящен изучению физических основ нанофотоники, ее теоретических и экспериментальных методов, получивших наибольшее признание, а также тенденций развития. Основной целью преподавания дисциплины является профессиональное освоение методов когерентной фотоники и их применение при разработке устройств, а так же ознакомление магистрантов с перспективами развития этой области знаний.

В когерентной фотонике можно выделить два направления исследований, которым посвящен основной материал курса.

Первое связано с изучением процессов, инициированных в веществе при возбуждении пучком света, сфокусированным до нанометровых размеров. При этом сам объект исследования может иметь достаточно протяженные размеры (больше, чем длина волны возбуждающего света). Необходимость уменьшения размера площади, на которой фокусируется свет, требует специальной техники. Поэтому эти исследования связаны, в основном, с применением микроскопии ближнего поля.

Второе направление связано с исследованиями оптических свойств (линейных и нелинейных) термодинамически устойчивых наноразмерных частиц и изучением механизмов воздействия на них когерентного оптического излучения. В этих исследованиях размер возбуждающего светового пятна может быть любым, но объект исследований либо состоит из наноразмерных частиц, либо имеет нанометровые размеры хотя бы в одном измерении. В курсе рассматриваются процессы как управляемой оптическим излучением сборки нанообъектов, так и управление их характеристиками.

Кроме того, в курсе рассматриваются проблемы создания искусственных сред (метаматериалов) с отрицательным показателем преломления на основе нанокompозитов и процессов нелинейно-оптического взаимодействия волн в таких средах.

Освоение материала, изложенного в курсе «Когерентная фотоника», способствует формированию научного кругозора магистранта и является важной составляющей подготовки выпускника в соответствии с квалификационной характеристикой, установленной государственным образовательным стандартом

## 1.2 Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен приобрести знания, умения и навыки, необходимые для его профессиональной деятельности в качестве магистра технической физики, прошедшего обучение по программе 16.04.01.00.02 «Оптическая физика и квантовая электроника».

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

<b>ОПК-1: способностью к профессиональной эксплуатации современного научного и технологического оборудования и приборов</b>	
Уровень 1	Знает основные теоретические методы, используемые в оптической физике
Уровень 2	Знает характеристики нелинейно-оптических материалов и устройств
Уровень 3	Знает проявление нелинейно-оптических эффектов при распространении лазерного излучения в различных средах
Уровень 1	Пользуется терминологией принятой в оптической физике и нанофотонике
Уровень 2	Пользуется обширными справочными данными по оптическим материалам для разработки конкретных устройств
Уровень 3	Ориентируется в периодической литературе и отыскивать необходимые данные
Уровень 1	Работает с современной спектральной аппаратурой
Уровень 2	Использует методы и средств получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий
Уровень 3	Проводит обработку и анализ экспериментальной и теоретической физической информации
<b>ОПК-2: способностью демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук</b>	
Уровень 1	Знает основные достижения науки и техники в избранной области
Уровень 2	Знает профессионально-ориентированную терминологию

Уровень 3	Знает направления научных исследований и основные достижения научного коллектива базы НИР; характеристику объекта и условия исследования
Уровень 1	Самостоятельно ставит конкретные цели физических исследований и решает их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий.
Уровень 2	Ставит задачи для выполнения конкретных целей, определяет методы их решения, разрабатывает алгоритм действий.
Уровень 3	Анализирует результаты и представляет их в виде законченных научно-исследовательских разработок – научных докладов, тезисов, научных статей и др.; проводить сбор и анализ библиографических источников информации
Уровень 1	Владеет навыками написания научно-технических отчетов, обзоров, докладов и статей
Уровень 2	применяет физические и математические методы для решения профессиональных задач в выбранной области исследований
Уровень 3	Работает на современном оборудовании; обрабатывает и анализирует экспериментальную и теоретическую физическую информацию
<b>ПК-5: способностью критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты</b>	
Уровень 1	Знает терминологию, основные понятия и современные методы исследования, оценки величин параметров и представления результатов в области когерентной фотоники
Уровень 2	Знает формализованные математические модели и методы описания и формирования объектов когерентной оптики протекающих в них процессов, а так же условий их проявления и использования в реальных устройствах
Уровень 3	Знает методы постановки экспериментальных и расчетно теоретических задач исследования и формирования плана его реализации в области когерентной фотоники.
Уровень 1	Применяет современные теоретические и экспериментальные методы исследования, проводит расчеты, оценки, интерпретировать, применяет и представляет результаты работы
Уровень 2	Самостоятельно организует исследовательские и проектные работы в области когерентной фотоники, а также управляет коллективом при их проведении
Уровень 3	Находит, пользуется справочными и литературными данными и применяет их при выполнении исследований объектов когерентной фотоники
Уровень 1	Применяет современные методы проведения экспериментальных и теоретических работ в области когерентной фотоники
Уровень 2	Проводит поиск и анализ его результатов в электронной сети на русском и английском языках, а так же представляет результаты исследований в виде презентаций
Уровень 3	Осуществляет прогноз динамики, тенденции развития объекта,

	процесса, задач, проблем, их систем с использованием формализованных моделей и методов
<b>ПК-9:готовностью принимать непосредственное участие в учебной и учебно-методической работе кафедр и других учебных подразделений по направленности (профилю) программы магистратуры, участвовать в разработке программ учебных дисциплин и курсов</b>	
Уровень 1	Знает Государственный образовательный стандарт по одной из основных образовательных программ
Уровень 2	Знает организационные формы обучения в высших учебных заведениях
Уровень 3	Знает документацию, регламентирующую учебный процесс (стандарты, планы, программы).
Уровень 1	Ориентируется в организационной структуре ВУЗа;
Уровень 2	Ориентируется в нормативно-правовой документации ВУЗа;
Уровень 3	Анализирует учебно-методическую литературу
Уровень 1	Проводит поиск информации с использованием глобальных информационных ресурсов;
Уровень 2	Использует методы самоорганизации деятельности и совершенствования личности преподавателя;
Уровень 3	Осуществляет планирование учебных занятий.

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

Научно-исследовательский семинар  
НИР

Техническая оптика

Лазерная техника

Нелинейная оптика

Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков

А

Научно-исследовательский семинар

НИР

Электронная спектроскопия молекулярных и квантово-размерных систем

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Преддипломная практика

## 1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		3
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4 (144)</b>	<b>4 (144)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>0,89 (32)</b>	<b>0,89 (32)</b>
занятия лекционного типа	0,44 (16)	0,44 (16)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,44 (16)	0,44 (16)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2,11 (76)</b>	<b>2,11 (76)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1. Оптические свойства наночастиц металлов и их взаимодействие с излучением	4	4	0	19	ОПК-1 ОПК-2 ПК-5 ПК-9
2	Раздел 2. Эффекты усиления локального поля. Экспериментальная база нанофотоники	4	4	0	19	ОПК-1 ОПК-2 ПК-5
3	Раздел 3. Формирование нано и микро структур под воздействием оптического излучения	4	4	0	19	ОПК-1 ОПК-2 ПК-5
4	Раздел 4. Оптика квантовых ям и сверхрешеток. Оптика материалов с отрицательной дисперсией.	4	4	0	19	ОПК-1 ОПК-2 ПК-5
Всего		16	16	0	76	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Оптические свойства изолированных наночастиц металлов. Поверхностные плазмоны. Диэлектрическая проницаемость металлических наночастиц. Спектр поверхностных плазмонов.	2	0	0
2	1	Электродинамическое взаимодействие наночастиц. Резонанс Ми. Электродинамическое взаимодействие пары частиц	2	0	0
3	2	Модифицированные дипольные моменты при взаимодействии двух частиц	2	0	0
4	2	Экспериментальная база нанопотоники	2	0	0
5	3	Численный анализ спектров поглощения и энергии взаимодействия пары частиц. Дипольное взаимодействие трёх наночастиц. Энергии взаимодействий трёх частиц	2	0	0
6	3	Структурообразование под действием оптического излучения.	2	0	0
7	4	Оптика квантовых ям и сверхрешеток.	2	0	0
8	4	Оптика материалов с отрицательной дисперсией.	2	0	0
Итого			16	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Дисперсия. Связь констант , с микроскопическими параметрами.	2	0	0
2	1	Энергия взаимодействия частиц. Численный анализ спектров поглощения и энергии взаимодействия пары частиц	2	0	0
3	2	Влияние фактора усиления локального поля на нелинейно-оптические процессы	2	0	0
4	2	Особенности спектров плазмонного поглощения реальных золы серебра	2	0	0
5	3	Дипольное взаимодействие наночастиц. Энергии взаимодействий трех частиц	2	0	0
6	3	Структурообразование под действием оптического излучения.	2	0	0
7	4	Квантовомеханический расчет различных структур	2	0	0
8	4	Искусственные материалы отрицательным показателем преломления	2	0	0
Всего			16	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

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

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Слабко В. В., Лямкина Н. Э., Ципотан А. С.	Нанопотоника: учебно-методическое пособие для практических занятий и самостоятельных работ [для студентов профиля 223200.68.00.02 «Оптическая физика и квантовая электроника»]	Красноярск: СФУ, 2013

#### 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

#### 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Салех Б. Е. А., Тейх М. К.	Оптика и фотоника. Принципы и применения: Т. 1: [учебное пособие : в 2-х томах] : перевод с английского	Долгопрудный: Интеллект, 2012
Л1.2	Салех Б. Е. А., Тейх М. К.	Оптика и фотоника. Принципы и применения: Т. 2: [учебное пособие : в 2-х томах] : перевод с английского	Долгопрудный: Интеллект, 2012
Л1.3	Виноградова М. Б., Руденко О. В., Сухоруков А. П.	Теория волн: линейные и нелинейные волны	Москва: URSS, 2015
Л1.4	Мартин-Пальма Р. Х., Лахтакия А.	Нанотехнологии. Ударный вводный курс: [учебное пособие]	Долгопрудный: Интеллект, 2014
Л1.5	Стафеев С. К., Боярский К. К., Башнина Г. Л.	Основы оптики: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям "Физика" (510400), "Прикладные математика и физика" (511600), "Опготехника" (551900), "Приборостроение" (551500) и др. физич. и технич. направлениям подготовки : рекомендовано НМС по физике МО и науки РФ	СПб. [и др.]: Лань, 2013
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

Л2.1	Ярив А., Ханин Я. И.	Квантовая электроника: перевод с английского	Москва: Советское радио, 1980
Л2.2	Ландау Л. Д., Лившиц Е. М.	Теоретическая физика: Т. 8. Электродинамика сплошных сред: учеб. пособие для физ. спец. ун-тов	Москва: Наука, 1982
Л2.3	Третьяков Ю. Д.	Нанотехнологии. Азбука для всех: науч.-попул. изд.	М.: Физматлит, 2010
Л2.4	Новотный Л., Хехт Б., Коновко А. А., Шутова О. А., Самарцев В. В.	Основы нанооптики	Москва: Физматлит, 2011
<b>6.3. Методические разработки</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Слабко В. В., Лямкина Н. Э., Ципотан А. С.	Нанофотоника: учебно-методическое пособие для практических занятий и самостоятельных работ [для студентов профиля 223200.68.00.02 «Оптическая физика и квантовая электроника»]	Красноярск: СФУ, 2013

**7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Э1	Электронно-библиотечная система	<a href="http://www.znanium.com">http://www.znanium.com</a>
Э2	Научное технологическое сообщество «Нанометр»	<a href="http://www.nanometer.ru/">http://www.nanometer.ru/</a>

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

Самостоятельная работа студентов наряду с аудиторной представляет одну из форм учебного процесса и является существенной его частью. Самостоятельная работа способствует:

- углублению и расширению знаний;
- формированию интереса к познавательной деятельности;
- овладению приемами процесса познания;
- развитию познавательных способностей.

На лекции преподаватель рекомендует студентам литературу и разъясняет методы работы с учебниками и первоисточниками. В этом плане особые возможности представляет вводная лекция, на которой раскрывается проблематика темы, логика овладения ею, дается характеристика списка литературы, выделяются разделы для самостоятельной проработки.

Самостоятельная работа носит деятельностный характер и поэтому в ее структуре можно выделить компоненты, характерные для деятельности как таковой: мотивационные звенья, постановка конкретной задачи, выбор способов выполнения, исполнительское звено, контроль. В связи с этим можно выделить условия, обеспечивающие успешное выполнение самостоятельной работы:

1. Мотивированность учебного задания (для чего, чему способствует).
2. Четкая постановка познавательных задач.
3. Алгоритм, метод выполнения работы, знание студентом способов ее выполнения.
4. Четкое определение преподавателем форм отчетности, объема работы, сроков ее представления.
5. Критерии оценки, отчетности и т.д.
7. Виды и формы контроля.

Самостоятельная работа по дисциплине регламентируется графиком учебного процесса и самостоятельной работы. На нее отводится 76 часов (2,11 зачетных единиц). Самостоятельная работа представлена следующими формами: изучение теоретического курса, решение задач. Контроль освоения материала через решение задач. Комплект практических заданий для самостоятельной подготовки преподаватель формирует индивидуально для каждого студента (8 задач) после решения типовых задач в рамках аудиторного практического занятия. Задачи сдаются преподавателю в письменной форме для проверки и оценки качества выполненной работы.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	1. Операционная система MS Windows
9.1.2	2. Офисный пакет MS Office

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	1. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]: - <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
9.2.2	2. Электронно-библиотечная система [Электронный ресурс]: - <a href="http://www.znanium.com">http://www.znanium.com</a>

## **10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Кафедра располагает учебными аудиториями для проведения занятий лекционного типа и практических занятий. Аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации (демонстрационное оборудование).

Помещение для самостоятельной работы магистрантов оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СФУ.