

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

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор



Т.А. Хагуров

2022 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### ***Б1.В.03 РАДИОФОТОНИКА***

*(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки / специальность

11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

*(код и наименование направления подготовки/специальности)*

Направленность (профиль) / специализация

Оптические системы локации, связи и обработки информации

*(наименование направленности (профиля) специализации)*

Форма обучения

очная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Квалификация

магистр

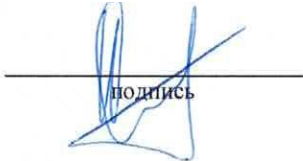
*(бакалавр, магистр, специалист)*

Краснодар 2022

Рабочая программа дисциплины Б1.В.03 «Радиофотоника» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Программу составил:

Рабочая программа дисциплины Б1.В.03 «Радиофотоника» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 9 от 13 апреля 2022 г.  
Заведующий кафедрой оптоэлектроники  
д-р техн. наук, профессор Н.А. Яковенко



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 8 от 15 апреля 2022 г.

Председатель УМК ФТФ  
д-р физ.-мат. наук, профессор Н.М. Богатов



подпись

Рецензенты:

Дергач В.А., начальник научно-технического центра по подвижным комплексам АО «КПЗ «Каскад»

Копытов Г.Ф., д-р физ.-мат. наук, зав. кафедрой радиофизики и нанотехнологий

## **1. Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)**

### **1.1. Цель освоения дисциплины**

Радиооптика и нанофотоника – это наиболее динамично развивающееся направление фотоники, определяющее прогресс мировой науки и техники, связанный с исследованием, разработкой, созданием и эксплуатацией новых материалов, технологий, приборов и устройств, направленных на передачу, прием, обработку, хранение и отображение информации на основе оптических технологий. Радиооптика и нанофотоника ориентирована на интеграцию оптических, информационных и телекоммуникационных технологий.

Основная цель преподавания дисциплины – получение студентами необходимых знаний по физическим и теоретическим основам функционирования оптических систем передачи и обработки оптических сигналов и принципам моделирования и построения оптических систем связи и обработки информации с использованием современных оптических технологий.

### **1.2. Задачи дисциплины**

Задачами освоения дисциплины «Радиооптика и нанофотоника (часть 1)» являются:

- освоение студентами физических принципов и математических моделей оптических методов и устройств, используемых в составе радиотехнических систем обработки информации;
- изучение современных типов оптических устройств и современных оптических методов обработки и передачи информации;
- ознакомление студентов с основными характеристиками типовых оптических устройств обработки информации, оптических систем связи и телекоммуникационных систем;
- выработка практических навыков аналитического и численного анализа процесса распространения оптического излучения в оптических устройствах обработки и передачи информации, а также расчета характеристик этих устройств;
- получение глубоких знаний по оптической физике и оптической информатике, оптическому материаловедению, функциональным устройствам и системам радиооптики и фотоники;
- получение базовых теоретических знаний и практических навыков, позволяющих проводить моделирование систем связи и обработки информации;
- получение базовых теоретических знаний и практических навыков, позволяющих проводить моделирование телекоммуникационных систем с использованием современных оптических технологий.

В результате изучения настоящей дисциплины студенты должны получить базовые теоретические знания и практические навыки, позволяющие проводить моделирование систем связи и обработки информации, а также телекоммуникационных систем с использованием современных оптических технологий.

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

Дисциплина Б1.В.ДВ.07.02 «Радиооптика и нанофотоника (часть 1)» для бакалавриата по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (профиль: Нанотехнологии в электронике) относится к дисциплинам по выбору Б1.В.ДВ вариативной части Б1.В блока 1 «Дисциплины (модули)» Б1 учебного плана.

Дисциплина логически и содержательно-методически связана с дисциплинами базовой части модуля Б1.Б «Математический анализ», «Физика», «Общий физический практикум» и дисциплин вариативной части Б1.В. Кроме того, дисциплина базируется на успешном усвоении сопутствующих дисциплин: «Физика полупроводников», «Электродинамика и распространение радиоволн», «Квантовая механика», «Теория вероятности и математическая статистика», «Электроника», «Физика наноразмерных систем». Для освоения данной дисциплины необходимо владеть методами математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, решением алгебраических и дифференциальных уравнений; теории функций комплексного переменного, теории вероятностей и математической статистики; знать основные физические законы; уметь применять математические методы и физические законы для решения практических задач.

В результате изучения настоящей дисциплины студенты должны получить знания, имеющие не только самостоятельное значение, но и обеспечивающие базовую подготовку для усвоения дисциплин базовой и вариативной частей модуля Б1, обеспечивая согласованность и преемственность с этими дисциплинами при переходе к оптическим и цифровым технологиям.

Программа дисциплины «Радиооптика и нанофотоника (часть 1)» согласуется со всеми учебными программами дисциплин базовой Б1.Б и вариативной Б1.В частей модуля (дисциплин) Б1 учебного плана.

#### **1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций: ОПК-3, ПК-2.

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть

1	ОПК-3	<p>способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей</p>	<p>– теоретические основы оптической обработки информации; принципы построения и работы, методы проектирования и расчета, а также характеристики основных функциональных узлов современных оптических систем обработки информации;</p> <p>– математический аппарат, типовые программные продукты, ориентированные на решение научных и прикладных задач радиооптики и нанофотоники;</p> <p>– физические основы распространения излучения по интегральнооптическим волноводам и оптическому волокну;</p> <p>– основные тенденции и направления развития оптической, телеком-</p>	<p>– применять полученные знания для определения и обоснования целесообразности использования оптических методов обработки информации для решения конкретных радиотехнических задач;</p> <p>– применять полученные знания для выбора наиболее приемлемого алгоритма обработки и реализующей его схемы;</p> <p>– применять на практике современные принципы и методы проектирования и расчета оптико-</p>	<p>– методами и навыками использования компьютерных систем проектирования и исследования оптической, телекоммуникационной и вычислительной техники, оптических материалов и технологий;</p> <p>– навыками применения полученных теоретических знаний для решения конкретных прикладных задач.</p>
---	-------	---	---	--	---

			муникационной и вычислительной техники, оптического материаловедения, оптических и информационных технологий.	информационной техники; – решать практические задачи, связанные с проектированием и разработкой систем оптоэлектроники и интегральной оптики.	
2	ПК-2	способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	– теоретические основы оптической обработки информации; принципы построения и работы, методы проектирования и расчета, а также характеристики основных функциональных узлов современных оптических систем обработки информации; – математический аппарат, типовые программные продукты, ориентированные на решение научных и прикладных задач радиооптики и нанофотоники; – физические основы распространения излучения по интегральнооптическим волноводам и оптическому волокну; – основные	– применять полученные знания для определения и обоснования целесообразности использования оптических методов обработки информации для решения конкретных радиотехнических задач; – применять полученные знания для выбора наиболее приемлемого алгоритма обработки и реализующей его схемы; – применять на практике современные принципы и методы проектирования и расчета оптоинформационной техники; – решать практические задачи, связанные с проектированием и разработкой систем	– методами и навыками использования компьютерных систем проектирования и исследования оптической, телекоммуникационной и вычислительной техники, оптических материалов и технологий; – навыками применения полученных теоретических знаний для решения конкретных прикладных задач.

			тенденции и направления развития оптической, телекоммуникационной и вычислительной техники, оптического материаловедения, оптических и информационных технологий.	оптоэлектроники и интегральной оптики.	
--	--	--	---	--	--

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		5			
<b>Контактная работа, в том числе:</b>					

<b>Аудиторные занятия (всего):</b>		36,2	36,2			
Занятия лекционного типа		18	18	–	–	–
Лабораторные занятия		–	–	–	–	–
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		18	18	–	–	–
		–	–	–	–	–
<b>Иная контактная работа:</b>						
Контроль самостоятельной работы (КСР)		–	–			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2			
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>						
Курсовая работа		–	–	–	–	–
Проработка учебного (теоретического) материала		26	26	–	–	–
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		20	20	–	–	–
Реферат		4	4	–	–	–
Подготовка к текущему контролю		21,8	21,8	–	–	–
<b>Контроль:</b>						
Подготовка к экзамену		–	–			
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	–	–	–
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>36,2</b>	<b>36,2</b>			
	<b>зач. ед.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>			

Контактная работа при проведении учебных занятий по дисциплине «Радиооптика и нанофотоника (часть 1)» включает в себя: занятия лекционного типа, практические занятия, групповые и индивидуальные консультации; промежуточная аттестация в устной форме.

## 2.2. Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 5 семестре (очная форма):

№ п/п	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеауди-торная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	Физические и математические основы оптической обработки информации	18	4	6	–	8
2	Функциональная и структурная организация когерентных аналоговых оптических процессоров	29,8	2	12	–	15,8
3	Акустооптические процессоры корреляционного типа	20	4		–	16



4	Акустооптические процессоры спектрального типа	20	4		–	16
5	Линейные радиооптические антенные решетки с многоканальными акустооптическими модуляторами света	20	4		–	16
	<b>Итого по дисциплине:</b>	<b>108</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>–</b>	<b>71,8</b>

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

## 2.3. Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1. Занятия лекционного типа

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	Физические и математические основы оптической обработки информации	<p>Радиооптический подход и радиооптические устройства. Двумерный анализ Фурье для описания преобразований пространственных сигналов. Оптический сигнал. Двумерное преобразование Фурье и его свойства. Обобщенная <math>\Pi</math>-функция Дирака. Формула Рэлея. Теорема свертки. Взаимная корреляция и автокорреляция. Теорема Винера–Хинчина. Преобразование Фурье–Бесселя. Типовые функции и их спектры.</p> <p>Анализ двумерных линейных систем. Линейные и пространственно-инвариантные радиооптические системы. Импульсный отклик и передаточная функция линейной и пространственно-инвариантной радиооптической системы. Дискретизация пространственного сигнала. Теорема выборки Котельникова–Шеннона.</p> <p>Электродинамические основы скалярной теории дифракции. Уравнение Гельмгольца. Теорема Грина. Интегральное представление Кирхгофа. Дифракция на плоском экране с отверстием. Дифракционная формула Кирхгофа–Зоммерфельда. Приближения Френеля и Фраунгофера. Приближение тени.</p>	<p>ответы на контрольные вопросы; выполнение практических заданий; тестирование; реферат</p>

2	Функциональная и структурная организация когерентных аналоговых оптических процессоров	<p>Оптические преобразования и оптические системы. Импульсный отклик и передаточная функция слоя свободного пространства. Частотный анализ оптических систем. Линза как фазовый модулятор, выполняющий фазовое преобразование. Фокусирующие свойства линзы.</p> <p>Основные элементы оптических систем. Обобщенная функция Френеля. Эквивалентная схема оптической системы. Простейшая оптическая система. Оптический каскад. Условия формирования изображения и получения фурье-образа. Оптические схемы с управляемым масштабом Фурье-преобразования. Синтез оптических систем. Многокаскадная оптическая система. Пространственная инвариантность оптического линейного фильтра.</p> <p>Физические основы голографии. Методы голографии в задачах обработки информации. Голографические фильтры Ван-дерЛюгта.</p>	<p>ответы на контрольные вопросы;</p> <p>выполнение практических заданий;</p> <p>тестирование;</p> <p>реферат</p>
3	Акустооптические процессоры корреляционного типа	<p>Акустооптический модулятор. Режимы дифракции Рамана–Ната и Брэгга. Алгоритмическое описание акустооптического взаимодействия. Параллельная и последовательная дифракции в акустооптическом процессоре. Базовые элементы акустооптических процессоров. Акустооптические корреляторы с пространственным интегрированием (АОКПИ). Акустооптические корреляторы с временным интегрированием (АОКВИ).</p>	<p>ответы на контрольные вопросы;</p> <p>выполнение практических заданий;</p> <p>тестирование;</p> <p>реферат</p>
4	Акустооптические процессоры спектрального типа	<p>Акустооптические анализаторы спектра с пространственным интегрированием. Акустооптические анализаторы спектра с временным интегрированием. Акустооптический процессор обработки сигналов антенных решеток.</p>	<p>ответы на контрольные вопросы;</p> <p>выполнение практических заданий;</p> <p>тестирование;</p> <p>реферат</p>

5	Линейные радиооптические антенные решетки с многоканальными акустооптическими модуляторами света	Структурная схема радиооптической антенной решетки. Радиооптическая антенная решетка с функциями пеленгатора частотомера. Принцип действия. Ввод пространственно-временного сигнала в когерентный оптический процессор. Режим дифракции Рамана–Ната. Преобразования сигнала в когерентном оптическом процессоре. Структура выходного изображения.	ответы на контрольные вопросы; выполнение практических заданий; тестирование; реферат
---	--	---	---

### 2.3.2. Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Кол-во часов	Форма текущего контроля
1	1	Двумерное преобразование Фурье и его свойства. Свертка и корреляция. Импульсный отклик и передаточная функция линейной и пространственно-инвариантной системы.	2	контрольные вопросы; практические задания
2	1	Дифракционная формула Кирхгофа–Зоммерфельда в приближениях Френеля, Фраунгофера и тени.	4	контрольные вопросы; практические задания
3	2	Основные элементы оптических систем. Эквивалентная схема и расчет простейшей оптической системы.	4	контрольные вопросы; практические задания
4	2	Эквивалентная схема и расчет оптического каскада в режиме формирования изображения.	4	контрольные вопросы; практические задания
5	2	Эквивалентная схема и расчет оптического каскада в режиме получения фурье-образа (спектра) сигнала.	4	контрольные вопросы; практические задания
<i>Итого:</i>			18	

### 2.3.3. Лабораторные занятия

Согласно учебному плану лабораторные занятия по учебной дисциплине Б1.В.ДВ.07.02 «Радиооптика и нанофотоника (часть 1)» не предусмотрены.

### 2.3.4. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Согласно учебному плану курсовые работы (проекты) по данной дисциплине не предусмотрены.

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

№ п/п	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка учебного (теоретического) материала); выполнение индивидуальных заданий; реферат	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.
2	Подготовка к практическим занятиям	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.
3	Подготовка к текущей и промежуточной аттестации	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Физические и математические основы оптической обработки информации	1. Дубнищев Ю.Н. Теория и преобразование сигналов в оптических системах [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – СанктПетербург: Лань, 2011. – 368 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/698#authors">https://e.lanbook.com/book/698#authors</a> <a href="https://e.lanbook.com/book/699">https://e.lanbook.com/book/699</a> 2. Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: учеб. пособие [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2017. – 596 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/95150">https://e.lanbook.com/book/95150</a>
2	Функциональная и структурная организация когерентных аналоговых оптических процессоров	
3	Акустооптические процессоры корреляционного типа	
4	Акустооптические процессоры спектрального типа	

5	<p>Линейные радиооптические антенные решетки с многоканальными акустооптическими модуляторами света</p>	<p>3. Локшин Г.Р. Основы радиооптики: учеб. пособие – Долгопрудный: Интеллект, 2009.</p> <p>4. Панов, М.Ф. Физические основы фотоники: учеб. пособие [Электронный ресурс] / М.Ф. Панов, А.В. Соломонов. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2017. – 564 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/92656">https://e.lanbook.com/book/92656</a></p> <p>5. Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника. Принципы и применения. Т. 1, 2. – Долгопрудный: Издательский дом Интеллект, 2012.</p> <p>6. Дифракционная оптика и нанофотоника [Электронный ресурс] / Е.А. Безус [и др.]. – Электрон. дан. – М.: Физматлит, 2014. – 608 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/71979">https://e.lanbook.com/book/71979</a></p> <p>7. Дифракционная нанофотоника: учеб. пособие [Электронный ресурс] / А.В. Гаврилов [и др.]. – Электрон. дан. – М.: Физматлит, 2011. – 680 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/5296">https://e.lanbook.com/book/5296</a></p> <p>8. Дубнищев Ю.Н. Теория и преобразование сигналов в оптических системах. – 4-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2011.</p> <p>9. Кульчин, Ю.Н. Современная оптика и фотоника нано- и микросистем [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: Физматлит, 2015. – 488 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/72018">https://e.lanbook.com/book/72018</a></p> <p>10. Кульчин Ю.Н. Современная оптика и фотоника нано- и микросистем [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Москва: Физматлит, 2016. – 440 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/91158">https://e.lanbook.com/book/91158</a></p> <p>11. Ларкин А.И., Юу Ф.Т.С. Когерентная фотоника. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.</p> <p>12. Оптические устройства в радиотехнике / А.Ю. Гринев и др.; под ред. В.Н. Ушакова. – М.: Радиотехника, 2005.</p>
---	---	--

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом, – в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины используются следующие методы:

- лекции;
- проведение практических занятий;
- домашние задания;
- опрос;
- индивидуальные практические задания;
- контрольные работы;
- тестирование;
- консультации с преподавателем;
- самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних работ и индивидуальных типовых расчетов, подготовка к опросу, тестированию и экзамену).

Для проведения всех лекционных и лабораторных занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержания, позволяющего слушателю воспринимать особенности изучаемого материала, зачастую играющие решающую роль в понимании и восприятии, а также формировании профессиональных компетенций. Интерактивные аудиторские занятия с использованием мультимедийных систем позволяют активно и эффективно вовлекать учащихся в учебный процесс и осуществлять обратную связь. Помимо этого, становится возможным эффективное обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем.

По изучаемой дисциплине студентам предоставляется возможность открыто пользоваться (в том числе копировать на личные носители информации) подготовленными ведущим данную дисциплину преподавателем материалами в виде **электронного комплекса сопровождения**, включающего в себя:

- электронные конспекты лекций;
- электронные планы практических (семинарских) занятий;
- электронные варианты учебно-методических пособий для выполнения лабораторных заданий;
- списки контрольных вопросов к каждой теме изучаемого курса;
- разнообразную дополнительную литературу, относящуюся к изучаемой дисциплине в электронном виде (в различных текстовых форматах и графических форматах, а также в форматах \*.pdf, \*.djvu).

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний, получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и осуществляемое путем написания реферативных работ;

- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

Основные образовательные технологии, используемые в учебном процессе:

- интерактивная лекция с мультимедийной системой с активным вовлечением студентов в учебный процесс и обратной связью;

- лекции с проблемным изложением;

- обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем и разрешение проблем;

- компьютерные занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент», «студент

- преподаватель», «студент – студент»;

- технологии смешанного обучения: дистанционные задания и упражнения, составление глоссариев терминов и определений, групповые методы Wiki, интернет-тестирование и анкетирование.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях:

- технология развития критического мышления;

- лекции с проблемным изложением;

- использование средств мультимедиа;

- изучение и закрепление нового материала (интерактивная лекция, работа с наглядными пособиями, видео- и аудиоматериалами, использование вопросов, Сократический диа-

лог);

- обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем («Займи позицию (шкала мнений)», проективные техники, «Один – вдвоем – все вместе», «Смени позицию», «Дискуссия в стиле телевизионного ток-шоу», дебаты, симпозиум);

- разрешение проблем («Дерево решений», «Мозговой штурм», «Анализ казусов»); – творческие задания;

- работа в малых группах;

- использование средств мультимедиа (компьютерные классы);

- технология компьютерного моделирования численных расчетов в инженерноматематической системе MATHCAD (или системе компьютерной математики MATLAB).

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

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

##### **4.1. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля содержит:

- контрольные вопросы по учебной программе;
- практические задания по учебной программе;
- тестовые задания по учебной программе; – темы рефератов по учебной программе;
- контрольные работы по учебной программе.

### **Контрольные вопросы по учебной программе**

В процессе подготовки и ответов на контрольные вопросы формируются и оцениваются все требуемые ФГОС ВО и ООП для направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (профиль: Нанотехнологии в электронике) компетенции: ОПК-3, ПК-2.

Ниже приводятся примеры контрольных вопросов для разделов 1–3 рабочей программы.

Полный комплект контрольных вопросов для всех разделов рабочей программы приводится в ФОС дисциплины Б1.В.ДВ.07.02 «Радиооптика и нанопотоника (часть 1).

#### **Раздел 1.**

1. Ступенчатая функция (график и аналитическая запись).
2. Прямоугольная функция (график и аналитическая запись).
3. Треугольная функция (график и аналитическая запись).
4. Функция отсчетов (график и аналитическая запись).
5. Функция Гаусса (график и аналитическая запись).
6. Дельта-функция Дирака (определение и физический смысл).
7. Двумерное преобразование Фурье.
8. Теорема линейности.
9. Теорема подобия.
10. Теорема смещения (прямая и обратная).
12. Теорема свертки (прямая и обратная).
13. Свойство эрмитовости.
14. Теоремы кросс-корреляции и автокорреляции.
15. Теорема Парсеваля.
16. Теорема о преобразовании Фурье функции с разделяющимися переменными.
17. Уравнение монохроматической волны. Понятие волнового поля.
18. Уравнение Гельмгольца.
19. Два пути решения задачи о распространении монохроматической световой волны.
20. Принцип Гюйгенса–Френеля.
21. Пример использования принципа Гюйгенса–Френеля: вывод закона преломления.
22. Общая постановка задачи о дифракции. Граничные условия Кирхгофа.
23. Запись дифракционного интеграла в форме Френеля–Кирхгофа. 24. Запись дифракционного интеграла в форме Рэлея–Зоммерфельда.

#### **Раздел 2.**

1. Понятия системы, системного оператора, воздействия и реакции (отклика).
2. Свойства линейности и пространственной инвариантности (изопланарности).



3. Описание линейной инвариантной системы в частотной области.
4. Описание линейной инвариантной системы в пространственной области.
5. Угловой спектр плоских волн и его физический смысл.
6. Распространение углового спектра.
7. Влияние ограничивающего отверстия на угловой спектр возмущения.
8. Линейный пространственный фильтр, эквивалентный распространению волн.
9. Импульсный отклик свободного пространства.
10. Элементарная оптическая система: спектральный подход; полевой подход.
11. Модуляционная характеристика линзы.
12. Поле в оптически сопряженной плоскости, функция рассеяния точки.
13. Структура оптического изображения: спектральный подход; полевой подход.
14. В чем заключаются преимущества использования голографической памяти?
15. Что такое наложенная запись голограмм, и для какого типа голограмм она возможна? Как записываются наложенные голограммы?
16. За счет чего производится уплотнение информации в устройствах хранения информации?
17. Основные свойства объемных голограмм?
18. Что такое «селективность голограммы»?
19. Дать определение дифракционной эффективности голограммы.
20. Основные свойства оптического излучения и его преимущества перед другими спектральными диапазонами электромагнитного излучения для передачи информации.
21. Каковы перспективы создания оптического компьютера?
22. В каких областях информатики используется операция умножения вектора на матрицу? Чем обусловлено ее широкое применение?
23. Оптические схемы с управляемым масштабом Фурье-преобразования.

### **Раздел 3.**

1. В чём различие между дифракцией Рамана–Ната и дифракцией Брэгга? Дифракция какого вида наблюдается в работе?
2. Как изменится дифракционная картина на экране, если использовать излучение лазера с другой длиной волны?
3. От каких факторов зависит эффективность дифракции?
4. Влияет ли фоновая засветка фотодиода на ток фотодиода? На значение эффективности дифракции?
5. Какие факторы определяют быстродействие АОМ?
6. Какие эффекты вызывают конечную ширину полосы частот АОМ?
7. Оцените ширину полосы частот исследуемого АОМ.
8. Объясните механизм большого изменения интенсивности дифракции при малом изменении частоты генератора.

## Практические задания по учебной программе

В процессе подготовки и выполнения практических заданий формируются и оцениваются все требуемые ФГОС ВО и ООП для направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (профиль: Нанотехнологии в электронике) компетенции: ОПК-3, ПК-2.

Ниже приводятся примеры практических заданий для раздела 1 рабочей программы.

Полный комплект практических заданий для всех разделов рабочей программы приводится в ФОС дисциплины Б1.В.ДВ.07.02 «Радиооптика и нанофотоника (часть 1).

1. Выведите диадную функцию Грина проанализировать характер решения от расстояния между источником и точкой наблюдения.
2. Покажите, что z-компонента усредненного по времени вектора Пойнтинга равна нулю для поверхностного поля, распространяющегося вдоль границы раздела двух сред.
3. Вывести обобщенные уравнения Снеллиуса для метаповерхности с сингулярными разрывами фазы.
4. Получить выражение для продольной компоненты электрического поля в фокальной плоскости в предположении, что поле не расходится.
5. Получить выражения для поперечных электрической и магнитной составляющих для плоской волны, распространяющейся вдоль планарного интерфейса.
6. Построить диаграмму распределения компонент электрического и магнитного полей в фокальной плоскости. Рассмотреть случаи сильной и слабой фокусировки.
7. Вывести Фурье-спектр продольной компоненты поля.
8. Получить распределение электромагнитного поля в дальней зоне с помощью углового распределения спектра в предположении, что лазерный пучок является гауссовским.
9. Вывести выражения радиально и азимутально поляризованного лазерного света.
10. Провести аналитическое исследование возбуждения локализованного поверхностного плазмона в зависимости от диаметра золотой наночастицы.
11. Рассчитайте тензор напряжений Максвелла сферической поверхности, охватывающей Рэлеевскую частицу, освещенную плоской волной.
12. Вывести коэффициент усиления оптического поля вблизи конической золотой наноантенны, используя формализм функции Грина.

## Тестовые задания по учебной программе

В процессе выполнения тестовых заданий у студентов формируются и оцениваются требуемые ФГОС ВО и ООП по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (профиль: Нанотехнологии в электронике) компетенции: ОПК-3, ПК-2.

Тестовые задания состоит из 6–12 теоретических вопросов по тематическим разделам рабочей программы учебной дисциплины. Во всех вопросах каждого теста предполагается выбор одного из 4-х возможных ответов.

Система оценок выполнения контрольного тестирования:

- «отлично» – количество правильных ответов от 85% до 100%;
- «хорошо» – количество правильных ответов от 70% до 84%;
- «удовлетворительно» – количество правильных ответов от 55% до 69%.

Ниже приводится пример контрольного тестирования в виде полного варианта одного из тестовых заданий.

Полный комплект тестовых заданий для всех разделов рабочей программы приводится в ФОС дисциплины Б1.В.ДВ.07.02 «Радиооптика и нанофотоника (часть 1).

### **Тест № 1. Физические основы оптической обработки информации**

1. Одномерные волны – это:

- волны, все характеристики которых зависят от времени и одной координаты;
- волны, все характеристики которых зависят только от времени; – волны, все характеристики которых зависят от времени и двух координат.

2. Гармоническая волна – это:

- бесконечная синусоидальная волна, в которой все изменения состояния среды происходят по закону синуса или косинуса;
- бесконечная синусоидальная волна, в которой все изменения состояния среды происходят по закону Гаусса;
- бесконечная стоячая волна.

3. Длина волны – это:

- скорость распространения волны;
- время, за которое частицы среды совершают одно полное колебание; – расстояние между двумя максимумами или минимумами возмущения.

4. Фронт волны – это:

- передний край волны;
- поверхности, у которых в данный момент времени фазы в любой точке одинаковы;
- форма фазовой поверхности волны.

5. Поляризации волны – это:

- ориентации векторов поля при заданном направлении распространения;
- суперпозиции двух волн;
- угловая скорость в направлении распространения волны.

6. Явление, возникающее при прохождении пучка света вблизи края какого-либо непрозрачного экрана, при котором его путь не остается строго прямолинейным:

- дифракция;
- дисперсия;
- дисторсия.

7. Какие частицы переносят оптическую энергию:

- а) фотоны;
- б) фононы;
- в) электроны;
- г) дырки?

8. Какая длина волны соответствует верхней границе оптического диапазона: а)  
0,1 мкм;  
б) 0,5 мкм;  
в) 1 мм;  
г) 10 мм?
9. Какая длина волны соответствует нижней границе оптического диапазона: а)  
1 нм;  
б) 10 нм;  
в) 100 нм;  
г) 1 мкм?
10. Какая длина волны соответствует инфракрасному излучению: а) 0,3 мкм;  
б) 0,6 мкм;  
в) 0,5 мкм;  
г) 1 мкм?
11. Какая длина волны соответствует ультрафиолетовой области спектра: а)  
0,3 мкм;  
б) 0,7 мкм;  
в) 0,9 мкм;  
г) 12 мкм?
12. Укажите цифрами правильную последовательность цветов, соответствующих видимой области спектра (в порядке убывания длины волны):  
а) голубой;  
б) зеленый;  
в) фиолетовый;  
г) оранжевый;  
д) желтый;  
е) красный;  
ж) синий.

### **Темы рефератов по учебной программе**

В процессе подготовки и написания реферата у студентов формируются и оцениваются требуемые ФГОС ВО и ООП по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (профиль: Нанотехнологии в электронике) компетенции: ОПК-3, ПК-2.

1. Теорема Грина. Интегральное представление Кирхгофа–Зоммерфельда в скалярной теории дифракции.
2. Обобщенная функция Френеля. Эквивалентная схема оптической системы.
3. Многокаскадная оптическая система.

4. Голографические фильтры Ван-дер-Люгта.
5. Акустооптические корреляторы с пространственным интегрированием (АОКПИ).
6. Акустооптические корреляторы с временным интегрированием (АОКВИ).
7. Акустооптические анализаторы спектра с пространственным и временным интегрированием.
8. Линейные радиооптические антенные решетки.
9. Акустооптический процессор обработки сигналов антенных решеток.
10. Типы оптических процессоров. Аналоговый оптический процессор.
11. Принцип действия оптического аналогового устройства, реализующего умножение вектора на матрицу.
12. Первое и второе поколения оптических цифровых процессоров.
13. Оптический процессор Enlight256.
14. Оптические бистабильные устройства и логические элементы.

Текущий и рубежный контроль осуществляются по контрольным вопросам по изучаемой дисциплине, по итогам выполнения лабораторных работ и индивидуальных практических заданий, в форме тестовых заданий или в виде подготовленного реферата.

#### **4.2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

##### **4.2.1. Вопросы, выносимые на зачет по дисциплине «Радиооптика и нанофотоника (часть 1)» для направления подготовки: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

В процессе подготовки и сдачи экзамена формируются и оцениваются все требуемые ФГОС ВО и ООП для направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (профиль: Нанотехнологии в электронике) компетенции: ОПК-3, ПК-2.

1. Оптический сигнал и его параметры. Интегральные преобразования сигналов в оптике.
2. Двумерное преобразование Фурье как разложение сигнала. Свойства преобразования Фурье. Пространственные частоты.
3. Свертка и кросс-корреляция сигналов. Соответствия операций и функций в координатной и частотной областях.
4. Линейные и пространственно-инвариантные оптические системы. Импульсный отклик и передаточная функция.
5. Сигналы с ограниченным спектром. Двумерная теория выборки. Теорема Котельникова–Шеннона.
6. Основы скалярной теории дифракции Кирхгофа–Зоммерфельда.
7. Дифракционная формула Кирхгофа–Зоммерфельда в приближении Френеля.
8. Дифракционная формула Кирхгофа–Зоммерфельда в приближении Фраунгофера.
9. Дифракционная формула Кирхгофа–Зоммерфельда в приближении тени.

10. Основные элементы когерентных оптических систем.
11. Свободное пространство как элемент оптической системы.
12. Сферическая линза как элемент оптической системы.
13. Простейшая оптическая система, реализующая преобразование Фурье.
14. Оптический каскад. Условия образования изображения.
15. Оптический каскад. Условия образования фурье-образа (спектра).
16. Синтез оптических систем. Многокаскадная оптическая система.
17. Когерентный оптический анализатор спектра.
18. Синтез линейных фильтров в области пространственных частот.
19. Физические основы голографии.
20. Методы голографии в задачах обработки информации.
21. Голографические фильтры Ван-дер-Люгта.
22. Голографические системы записи и хранения информации. Принцип действия и устройства.
23. Акустооптический модулятор. Режимы дифракции Рамана–Ната и Брэгга.
24. Алгоритмическое описание акустооптического взаимодействия.
25. Базовые элементы акустооптического процессора.
26. Акустооптические корреляторы с пространственным интегрированием (АОКПИ).
27. Акустооптические корреляторы с временным интегрированием (АОКВИ).
28. Акустооптические анализаторы спектра с пространственным интегрированием.
29. Акустооптические анализаторы спектра с временным интегрированием.
30. Акустооптический процессор обработки сигналов антенных решеток.
31. Структурная схема радиооптической антенной решетки. Радиооптическая антенная решетка с функциями пеленгатора-частотомера.
32. Преобразования сигнала в когерентном оптическом процессоре. Структура выходного изображения.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом, – в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **5.1. Основная литература:**

1. Дубнищев Ю.Н. Теория и преобразование сигналов в оптических системах [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2011. – 368 с. – Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/698#authors>

<https://e.lanbook.com/book/699>

2. Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: учеб. пособие [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2017. – 596 с. – Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/95150>

3. Локшин Г.Р. Основы радиооптики: учеб. пособие – Долгопрудный: Интеллект, 2009. 4. Панов, М.Ф. Физические основы фотоники: учеб. пособие [Электронный ресурс] / М.Ф. Панов, А.В. Соломонов. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2017. – 564 с. – Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/92656>

5. Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника. Принципы и применения. Т. 1, 2. – Долгопрудный: Издательский дом Интеллект, 2012.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

### **5.2. Дополнительная литература:**

1. Дифракционная оптика и нанофотоника [Электронный ресурс] / Е.А. Безус [и др.]. – Электрон. дан. – М.: Физматлит, 2014. – 608 с. – Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/71979>

2. Дифракционная нанофотоника: учеб. пособие [Электронный ресурс] / А.В. Гаврилов [и др.]. – Электрон. дан. – М.: Физматлит, 2011. – 680 с. – Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/5296>

3. Дубнищев Ю.Н. Теория и преобразование сигналов в оптических системах. – 4-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2011.

4. Кульчин, Ю.Н. Современная оптика и фотоника нано- и микросистем [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: Физматлит, 2015. – 488 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72018>
5. Кульчин Ю.Н. Современная оптика и фотоника нано- и микросистем [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Москва: Физматлит, 2016. – 440 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91158>
6. Ларкин А.И., Юу Ф.Т.С. Когерентная фотоника. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 7. Оптические устройства в радиотехнике / А.Ю. Гринев и др.; под ред. В.Н. Ушакова. – М.: Радиотехника, 2005.

### **5.3. Периодические издания:**

Автометрия  
Вестник связи  
Квантовая электроника  
Оптический журнал  
Радиотехника  
Радиотехника и электроника  
Инженерная физика  
Сети и системы связи  
Технологии и средства связи  
Труды ин-та инж. по электрон. и радиоэлектронике (ТИИЭР)  
Фотоника  
Фотон-экспресс  
Электромагнитные волны и электронные системы  
Сводный реферативный журнал «Связь»  
РЖ «Радиотехника»  
РЖ «Электроника»  
РЖ «Физика»  
Журнал технической физики  
Зарубежная радиоэлектроника  
Телекоммуникации

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

1. Электронная библиотека ЮРАЙТ: [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)
2. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ: <https://e.lanbook.com>
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»: <http://window.edu.ru/window>
4. Библиотека электронных учебников: <http://www.book-ua.org/>
5. Аннотированный тематический каталог Интернет ресурсов по физике: <http://www.college.ru/>



6. Федеральный образовательный портал:  
[http://www.edu.ru/db/portal/sites/res\\_page.htm](http://www.edu.ru/db/portal/sites/res_page.htm)
7. Каталог научных ресурсов: <http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>
8. Большая научная библиотека: <http://www.sci-lib.com/>
9. Естественно-научный образовательный портал: <http://www.en.edu.ru/catalogue/>
10. Учебно-образовательная физико-математическая библиотека сайта EqWorld:  
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/>
11. Техническая библиотека:  
<http://techlibrary.ru/>
12. Encyclopedia of Fibre Optics (Энциклопедия волоконной оптики)  
<http://www.its.blrdoc.gov/fs-1037/dir-025/3720.htm>
13. Введение в технику волоконно-оптических сетей  
<http://www.citforum.ru/nets/optic/optic1.shtml>
14. Оптоволоконная технология  
<http://astu.secna.ru/russian/students/personal/41nav/index.html>
15. Оптическая линия связи <http://www.jinr.ru/~jinrmag/win/2000/5/optic5.htm>
16. Введение в нанооптику:  
[http://www.iap.uni-jena.de/iapmedia/de/Lecture/Introduction+to+Nanooptics1383174000/INO13\\_lecture\\_01](http://www.iap.uni-jena.de/iapmedia/de/Lecture/Introduction+to+Nanooptics1383174000/INO13_lecture_01)
17. Квантовая оптика и нанооптика:  
[http://esonn.fr/0oldweb/esonn2010/xlectures/ESONN2010\\_NanoOptics\\_Lecture\\_BART\\_H.pdf](http://esonn.fr/0oldweb/esonn2010/xlectures/ESONN2010_NanoOptics_Lecture_BART_H.pdf)
18. Нанооптика: <http://www.optics.rochester.edu/workgroups/novotny/>
19. Нанотехнологическое сообщество:  
<http://www.nanometer.ru/>
20. Лаборатория нанофотоники ETH:  
[https://www.photonics.ethz.ch/en/no\\_cache/home.html](https://www.photonics.ethz.ch/en/no_cache/home.html)
21. Нанооптика: <http://www.optics.rochester.edu/workgroups/novotny/>
22. Фотоника: науч.-техн. журнал:  
<http://www.photonics.su/>

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

Лекция является одной из форм изучения теоретического материала по дисциплине. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных подходов и теорий. В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспекте применяют сокращение слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникающие в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю. Необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения.

Одним из основных видов деятельности студента является самостоятельная работа, которая включает в себя изучение лекционного материала, учебников и учебных пособий, подготовки к выполнению лабораторных работ и оформлению технических отчётов по ним, а

также подготовки к практическим занятиям изучением краткой теории в задачниках и решении домашних заданий.

Сопровождение самостоятельной работы студентов может быть организовано в следующих формах:

- составлением индивидуальных планов самостоятельной работы каждого из студентов с указанием темы и видов занятий, форм и сроков представления результатов;
- проведением консультаций (индивидуальных или групповых), в том числе с применением дистанционной среды обучения.

Критерий оценки эффективности самостоятельной работы студентов формируется в ходе промежуточного контроля процесса выполнения заданий и осуществляется на основе различных способов взаимодействия в открытой информационной среде и отражается в процессе формирования так называемого «электронного портфеля студента».

В соответствии с этим при проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы к соответствующим разделам основной дисциплины «Радиооптика и нанофотоника (часть 1)».

Контроль осуществляется посредством тестирования студентов по окончании изучения тем учебной дисциплины и выполнения письменных контрольных работ.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- выполнение семестровой контрольной работы по индивидуальным вариантам;
- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний, получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и осуществляемое путем написания реферативных работ;
- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

К средствам обеспечения освоения дисциплины «Радиооптика и нанофотоника (часть 1)» также относится электронный вариант учебного пособия по данной дисциплине, включающий в себя:

- лекционный курс дисциплины «Радиооптика и нанофотоника (часть 1)»; – контрольные вопросы по каждому разделу учебной дисциплины; – список задач по каждому разделу учебной дисциплины.

К средствам обеспечения освоения дисциплины «Радиооптика и нанофотоника (часть 1)» также относятся электронные варианты дополнительных учебных, научно-популярных и научных изданий по данной дисциплине.

Рекомендуется следующий график и календарный план самостоятельной работы студентов по учебным неделям (12 недель):

### Типовые задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Тема или задание текущей работы	Колво часов	Форма представления результатов	Сроки выполнения (недели)
--------	---------------------------------	-------------	---------------------------------	---------------------------

1	Материалы для объёмной голографии. 2D- и 3D-системы отображения информации.	9	Устный ответ. Текстовый документ. Реферат.	1
2	Перспективы развития систем оптической записи информации.	7	Устный ответ. Текстовый документ. Реферат.	1
3	Компьютерная фотоника: принципы, проблемы и перспективы.	7	Устный ответ. Текстовый документ. Реферат.	1
4	Типы оптических процессоров. Аналоговый оптический процессор.	7	Устный ответ. Текстовый документ. Реферат.	1
5	Принцип действия оптического аналогового устройства, реализующего умножение вектора на матрицу.	7	Устный ответ. Текстовый документ. Реферат.	1
6	Первое и второе поколения оптических цифровых процессоров.	7	Устный ответ. Текстовый документ. Реферат.	2
7	Оптический процессор Enlight256.	7	Устный ответ. Текстовый документ. Реферат.	1
8	Оптические бистабильные устройства и логические элементы.	9	Устный ответ. Текстовый документ. Реферат.	2
9	Фотонно-кристаллические структуры и их применение в фотонике.	11,8	Устный ответ. Текстовый документ. Реферат.	2
Итого:		71,8		12

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

Индивидуальные консультации по предмету (в том числе через email, Skype или viber) являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению

воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

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

### **8.1. Перечень информационных технологий**

Информационные образовательные технологии возникают при использовании средств информационно-вычислительной техники. Образовательную среду, в которой осуществляются образовательные информационные технологии, определяют работающие с ней компоненты:

- техническая (вид используемых компьютерной техники и средств связи);
- программно-техническая (программные средства поддержки реализуемой технологии обучения);
- организационно-методическая (инструкции учащимся и преподавателям, организация учебного процесса).

Под образовательными технологиями в высшей школе понимается система научных и инженерных знаний, а также методов и средств, которые используются для создания, сбора, передачи, хранения и обработки информации в предметной области высшей школы. Формируется прямая зависимость между эффективностью выполнения учебных программ и степенью интеграции в них соответствующих информационно-коммуникационных технологий.

Информационная образовательная среда представляет собой информационную систему, объединяющую посредством сетевых технологий, программные и технические средства, организационное, методическое и математическое обеспечение, предназначенное для повышения эффективности и доступности образовательного процесса подготовки специалистов.

Характерной чертой образовательной среды является возможность студентов и преподавателей обращаться к структурированным учебно-методическим материалам, обучающим мультимедийным комплексам всего университета в любое время и в любой точке пространства. Помимо доступности учебного материала, необходимо обеспечить обучаемому возможность связи с преподавателем, получение консультации в он-лайн или офф-лайн режимах, а также возможность получения индивидуальной «навигации» в освоении того или иного предмета. Студенты будут стремиться к гибкому режиму обучения, модульным программам с многочисленными поступлениями и отчислениями, которые позволят накапливать зачетные единицы, свободно переводиться из одного вуза в другой с учетом предыдущего опыта, знаний и навыков. По-прежнему важной для студентов останется возможность личного развития и профессионального роста; программы получения степени и короткие курсы, возможно, будут пользоваться одинаковым спросом; резко возрастет потребность в программах профессионального обучения и аспирантских программах.

Информационные технологии могут быть использованы при обучении студентов несколькими способами. В самом простом случае реальный учебный процесс идет по обычным технологиям, а информационные технологии применяются лишь для промежуточного контроля знаний студентов в виде тестирования. Этот подход к организации образовательного процесса представляется очень перспективным ввиду того, что при его

достаточно широком использовании университет может получить серьезную экономию средств из-за более низкой стоимости проведения сетевого компьютерного тестирования по сравнению с аудиторным.

Применение образовательных информационных ресурсов в качестве дополнения к традиционному учебному процессу имеет большое значение в тех случаях, когда на качественное усвоение объема учебного материала, предусмотренного ГОС, не хватает аудиторных занятий по учебному плану. Кроме того, такая форма организации учебного процесса очень важна при неодинаковой начальной подготовке обучающихся.

Следует особенно подчеркнуть, что при таком подходе крайне важно обеспечить интенсивный контроль степени усвоения материала. Как правило, по каждой теме предусмотрено большое по объему контрольное задание или контрольное тестирование.

Таким образом, накопленный опыт применения информационных и дистанционных технологий в учебном процессе в различных вариантах позволяет говорить об определенных преимуществах подобных форм организации учебного процесса:

- становится возможной принципиально новая организация самостоятельной работы студентов;
- возрастает интенсивность учебного процесса;
- у студентов появляется дополнительная мотивация к познавательной деятельности;
- доступность учебных материалов в любое время;
- возможность самоконтроля степени усвоения материала по каждой теме неограниченное количество раз.

## 8.2. Перечень необходимого программного обеспечения

1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation).
2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation).
3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет.

№ договора	Перечень лицензионного программного обеспечения
Дог. №77-АЭФ/223-ФЗ/2017 от 03.11.2017	Подписка на 2017-2018 учебный год на программное обеспечение в рамках программы компании Microsoft “Enrollment for Education Solutions” для компьютеров и серверов Кубанского государственного университета и его филиалов: DsktpEdu ALNG LicSAPk MVL

4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.

№ договора	Перечень лицензионного программного обеспечения
Контракт №69-АЭФ/223-ФЗ	Комплект антивирусного программного обеспечения (продление прав пользования):

от 11.09.2017	Антивирусная защита физических рабочих станций и серверов: Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal License
	Антивирусная защита виртуальных серверов: Kaspersky Security для виртуальных сред, Server Russian Edition. 25–49 VirtualServer 1 year Educational Renewal License
	Защита почтового сервера от спама: Kaspersky Anti-Spam для Linux Russian Edition. 5000+ MailBox 1 year Educational Renewal License
	Антивирусная защита виртуальных рабочих станций (VDI): Kaspersky Security для виртуальных сред, Desktop Russian Edition. 150–249 VirtualWorkstation 1 year Educational Renewal License

5. Система компьютерной математики MATHCAD с необходимыми пакетами расширений (© Parametric Technology Corporation).

6. Система компьютерной математики MATLAB + SIMULINK с необходимыми тулбоксами (© The MathWorks).

№ договора	Перечень лицензионного программного обеспечения
Контракт №115-ОАЭФ/2013 от 05.08.2013	Продление программной поддержки и приобретение прав пользования прикладным программным обеспечением
	MathWorks MATLAB
	PTC MATHCAD University Classroom Perpetual – Floating Maintenance Gold
Контракт №127-АЭФ/2014 от 29.07.2014	Предоставление бессрочных прав пользования программным обеспечением, возможность загрузки лицензионного программного обеспечения через Интернет:
	Mathworks MATLAB Wavelet Toolbox
	Mathworks Simulink, Signal Processing Toolbox
	Mathworks Fuzzy Logic Toolbox Neural Network Toolbox Optimization Toolbox Statistics Toolbox Partial Differential Equation Toolbox DSP System Toolbox Communications System Toolbox Financial Toolbox Econometrics Toolbox

### 8.3. Перечень информационных справочных систем

1. Электронная библиотека ЮРАЙТ:  
[www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)
2. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ:  
<https://e.lanbook.com>
3. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU: <http://www.elibrary.ru>
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»: <http://window.edu.ru/window>
5. Рубрикон – крупнейший энциклопедический ресурс Интернета:  
<http://www.rubricon.com/>
6. Аннотированный тематический каталог Интернет ресурсов по физике:  
<http://www.college.ru/>
7. Каталог научных ресурсов: <http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>
8. Большая научная библиотека: <http://www.sci-lib.com/>
9. Естественно-научный образовательный портал:  
<http://www.en.edu.ru/catalogue/>
10. Техническая библиотека:  
<http://techlibrary.ru/>
11. Физическая энциклопедия: <http://www.femto.com.ua/articles/>
12. Академик – Словари и энциклопедии на Академике:  
[http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_physics/](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/)
13. Электронная библиотека СГУ:  
<http://library.sgu.ru/>
14. Библиотека Естественных Наук РАН: <http://www.benran.ru/>
15. Электронная библиотека «Наука и техника»: <http://n-t.ru/>

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

Успешная реализация преподавания дисциплины «Радиооптика и нанофотоника (часть 1)» предполагает наличие минимально необходимого для реализации магистерской программы перечня материально-технического обеспечения:

- лекционные аудитории (оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет);
- компьютерные классы для проведения практических и лабораторных занятий;
- дисплейный класс с персональными компьютерами для проведения практических групповых занятий;
- программы онлайн-контроля знаний студентов (в том числе программное обеспечение дистанционного обучения);
- наличие необходимого лицензионного программного обеспечения (операционная система MS Windows; интегрированное офисное приложение MS Office; система компьютерной математики MATHCAD с пакетами расширений; система компьютерной математики MATLAB + SIMULINK с необходимыми тулбоксами).

При использовании электронных изданий вуз должен обеспечить каждого обучающегося во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с объемом изучаемых дисциплин.

№ п/п	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО), а также достаточным количеством посадочных мест: № 205с (проектор SANYO PLC-SW20A).
2	Практические занятия	Аудитория, оснащенная тремя меловыми или маркерными досками, презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО), а также достаточным количеством посадочных мест: № 205с (проектор SANYO PLC-SW20A).
3	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитории: 205с
4	Текущий контроль, промежуточная	Аудитории: 205с
	аттестация	
5	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационнообразовательную среду университета: 208с