МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента науки и инноваций
_____ В. М. Рулевский
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Фотоника периодических структур

Уровень образования: **высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации**
Направление подготовки / специальность: **03.06.01 Физика и астрономия**
Направленность (профиль) / специализация: **Оптика**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	10	10	часов
2	Практические занятия	6	6	часов
3	Всего аудиторных занятий	16	16	часов
4	Самостоятельная работа	160	160	часов
5	Всего (без экзамена)	176	176	часов
6	Общая трудоемкость	176	176	часов
			5.0	З.Е.

Дифференцированный зачет: 3 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 31.05.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 42928

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 66 от «20» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 03.06.01 Физика и астрономия, утвержденного 30.07.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор каф. ЭП	_____	С. М. Шандаров

Заведующий обеспечивающей каф. ЭП _____ С. М. Шандаров

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф. ЭП _____ С. М. Шандаров

Эксперты:

Заведующий аспирантурой _____ Т. Ю. Коротина

Профессор кафедры электронных приборов (ЭП) _____ Л. Н. Орликов

Согласована на портале № 42928

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

освоение на базе широких, целостных и глубоких знаний в области физических основ квантовой электроники, оптической голографии, интегральной и нелинейной оптики теоретических, экспериментальных и технологических подходов к разработке и реализации устройств и систем нелинейной и волноводной фотоники, квантовой электроники и оптической голографии, использующих периодические и фотонно-кристаллические структуры

1.2. Задачи дисциплины

– углубление необходимых в профессиональной деятельности знаний по физическим основам квантовой электроники, оптической голографии, интегральной и нелинейной оптики, электродинамики периодических структур и по подходам к математическим моделям, используемым для описания распространения, преобразования и детектирования оптического излучения в элементах, устройствах и системах нелинейной и волноводной фотоники, квантовой электроники и оптической голографии

– освоение теоретических, экспериментальных и технологических подходов к разработке и реализации устройств и систем нелинейной и волноводной фотоники, квантовой электроники и оптической голографии, использующих периодические и фотонно-кристаллические структуры

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Фотоника периодических структур» (Б1.В.ДВ.1.3) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Иностранный язык, Информационные и электронные ресурсы в организации научных исследований, Физика и астрономия.

Последующими дисциплинами являются: Оптика, Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-4 способность планировать и проводить научные-исследования в области нелинейной и волноводной фотоники, квантовой электроники и оптической голографии;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** физические основы квантовой электроники, нелинейной и интегральной оптики, оптической голографии и электродинамики периодических структур; подходы к описанию оптических явлений в устройствах и системах квантовой электроники, нелинейной и волноводной фотоники и оптической голографии, использующих периодические структуры; принципы построения и функционирования устройств, систем и приборов нелинейной фотоники и оптической голографии, использующих периодические структуры; основные методы расчета и технологические процессы, используемые при разработке и реализации устройств квантовой электроники, нелинейной и волноводной фотоники и оптической голографии, основанных на периодических фотонных структурах;

– **уметь** определять и обосновывать выбор схемы построения элементов, устройств и систем квантовой электроники, волноводной и нелинейной фотоники и оптической голографии различного назначения, а также методов и технологии реализации элементов с периодическими фотонными структурами, соответствующих функциональному назначению разрабатываемых устройств и систем и используемому спектральному диапазону;

– **владеть** методами математического моделирования физических явлений в устройствах и системах квантовой электроники, волноводной и нелинейной фотоники и оптической голографии, использующих периодические структуры, а также инженерного проектирования элементов, устройств и систем квантовой электроники, волноводной и нелинейной фотоники, основанных на периодических структурах; методами реализации элементов нелинейной фотоники и оптической голографии, нелинейно-оптических устройств и систем, основанных на периодических структурах, с использованием стандартных и специализированных технологических и экспериментальных

Согласована на портале № 42928

методик и программных средств; методиками измерений основных параметров волноводных, нелинейно-оптических и голографических элементов, устройств и систем, использующих периодические фотонные структуры, а также основных характеристик оптических материалов, применяемых для реализации периодических фотонных структур в устройствах и системах волноводной и нелинейной фотоники и динамической голографии.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	16	16
Лекции	10	10
Практические занятия	6	6
Самостоятельная работа (всего)	160	160
Проработка лекционного материала	9	9
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	119	119
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	32	32
Всего (без экзамена)	176	176
Общая трудоемкость, ч	176	176
Зачетные Единицы	5.0	

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр					
1 Введение	1	0	13	14	ПК-4
2 Распространение электромагнитных волн в периодических средах	1	0	17	18	ПК-4
3 Фундаментальные аспекты и основные эффекты акустооптики, фоторефрактивной и нелинейной оптики	2	1	23	26	ПК-4
4 Дифракция света на акустических волнах	1	1	19	21	ПК-4
5 Фоторефрактивный эффект и динамическая голография	1	1	21	23	ПК-4
6 Преобразование частоты лазерного излучения при квазисинхронном взаимодействии на периодических доменных структурах	1	1	23	25	ПК-4

Согласована на портале № 42928

7 Периодические структуры в интегральной и волноводной фотонике	1	1	23	25	ПК-4
8 Устройства и системы нелинейной и волноводной фотоники, квантовой электроники и динамической голографии с периодическими фотонными структурами	2	1	21	24	ПК-4
Итого за семестр	10	6	160	176	
Итого	10	6	160	176	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Введение	Цель и содержание курса, его связь с другими дисциплинами, основная и дополнительная литература. История и развитие акустооптики, нелинейной и волноводной фотоники, голографии, явления фоторефракции, физики фотонных кристаллов. Современное состояние и научная проблематика фотоники периодических структур.	1	ПК-4
	Итого	1	
2 Распространение электромагнитных волн в периодических средах	Периодические среды. Периодические слоистые среды. Брэгговское отражение. Теория связанных мод. Теория связанных мод для брэгговских отражателей. Фазовая скорость, групповая скорость и скорость переноса энергии. Электромагнитные поверхностные волны.	1	ПК-4
	Итого	1	
3 Фундаментальные аспекты и основные эффекты акустооптики, фоторефрактивной и нелинейной оптики	Нелинейная поляризация среды при мгновенном отклике.Общий подход к описанию нелинейных эффектов. Электромагнитная теория нелинейных эффектов второго порядка. Генерация волн суммарной и разностной частоты при коллинеарном взаимодействии. Качественный анализ дифракции света на акустических волнах. Условия синхронизма, угол Брэгга, возможные применения, аномальная и коллинеарная дифракция. Качественное описание основных эффектов оптической и динамической голографии. Интерференция световых пучков, основные физические процессы при формировании динамических фоторефрактивных голограмм, основные эффекты динамической голографии.	2	ПК-4

Согласована на портале № 42928

	Итого	2	
4 Дифракция света на акустических волнах	Дифракция Брэгга в изотропной среде, метод волнового уравнения. Постановка задачи, вывод уравнений связанных волн, анализ выражений для дифрагированного светового поля. Эффективность дифракции Брэгга. Коэффициент акустооптического качества среды М2. Зависимость эффективности дифракции от акустической мощности и размеров пьезопреобразователя. Частотная зависимость акустооптического взаимодействия. Автоподстройка угла Брэгга фазированными преобразователями акустических волн. Аномальная дифракция с широкополосной геометрией.	1	ПК-4
	Итого	1	
5 Фоторефрактивный эффект и динамическая голография	Модель зонного переноса. Схема уровней, система материальных уравнений. Анализ фоторефрактивного эффекта в приближении малых контрастов интерференционной картины. Диффузионный механизм записи фоторефрактивной решетки. Формирование фоторефрактивной решетки в постоянном и знакопеременном внешних электрических полях. Самодифракция световых волн на фоторефрактивных голограммах. Уравнения связанных волн. Приближение неистощаемой накачки. Самодифракция световых волн на фоторефрактивной решетке при локальном и нелокальном типах нелинейного отклика.	1	ПК-4
	Итого	1	
6 Преобразование частоты лазерного излучения при квазисинхронном взаимодействии на периодических доменных структурах	Квазисинхронное взаимодействие в периодических нелинейных структурах. Периодические доменные структуры в сегнетоэлектриках. Методы формирования регулярных доменных структур. Линейная дифракция света на периодических доменных структурах. Генерация второй гармоники на периодических доменных структурах. Параметрическая генерация света в периодических доменных структурах.	1	ПК-4
	Итого	1	
7 Периодические структуры в интегральной и волноводной фотонике	Физические принципы волноводного распространения света в планарных и полосковых волноводах и в волоконных световодах. Дифракция волноводных оптических волн на поверхностных акустических волнах. Дифракция света на фоторефрактивных динамических голограммах в	1	ПК-4

Согласована на портале № 42928

	планарных волноводах. Эффекты самовоздействия световых пучков и пространственные солитоны в периодических фоторефрактивных волноводных структурах. Генерация гармоник и параметрическая генерация на периодических доменных структурах в оптических волноводах. Формирование периодических доменных структур электронным пучком. Визуализация периодических доменных структур, записанных электронным пучком. Фотоиндуцированные брэгговские решетки показателя преломления в волоконных световодах.		
	Итого	1	
8 Устройства и системы нелинейной и волноводной фотоники, квантовой электроники и динамической голографии с периодическими фотонными структурами	Акустооптические и электрооптические модуляторы и дефлекторы, акустооптические спектральные фильтры. Голографические системы оптической памяти и распознавания образов. Адаптивные голографические корреляторы и интерферометры на основе динамических голограмм в фоторефрактивных кристаллах. Волоконные лазеры и волоконно-оптические датчики. Оптические интегральные схемы для квантовой фотоники, телекоммуникационных и сенсорных систем, основанные на квазисинхронных нелинейных спектральных преобразованиях и электрооптической модуляции лазерного излучения в периодических доменных структурах.	2	ПК-4
	Итого	2	
Итого за семестр		10	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Предшествующие дисциплины								
1 Иностранный язык	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Информационные и электронные ресурсы в организации научных исследований	+	+	+	+	+	+	+	
3 Физика и астрономия	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины								

Согласована на портале № 42928

1 Оптика	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)	+	+	+	+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-4	+	+	+	Опрос на занятиях, Тест, Дифференцированный зачет

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
3 Фундаментальные аспекты и основные эффекты акустооптики, фоторефрактивной и нелинейной оптики	Нелинейная поляризация среды при мгновенном отклике.Общий подход к описанию нелинейных эффектов. Электромагнитная теория нелинейных эффектов второго порядка. Генерация волн суммарной и разностной частоты при коллинеарном взаимодействии. Качественный анализ дифракции света на акустических волнах. Условия синхронизма, угол Брэгга, возможные применения, аномальная и коллинеарная дифракция. Качественное описание основных эффектов оптической и динамической голографии. Интерференция световых пучков, основные физические процессы при формировании динамических фоторефрактивных голограмм, основные эффекты динамической голографии.	1	ПК-4
	Итого	1	
4 Дифракция света на акустических волнах	Дифракция Брэгга в изотропной среде, метод волнового уравнения. Постановка задачи, вывод уравнений связанных волн, анализ выражений для дифрагированного светового поля. Эффективность дифрак-	1	ПК-4

Согласована на портале № 42928

	ции Брэгга. Коэффициент акустооптического качества среды М2. Зависимость эффективности дифракции от акустической мощности и размеров пьезопреобразователя. Частотная зависимость акустооптического взаимодействия. Автоподстройка угла Брэгга фазированными преобразователями акустических волн. Аномальная дифракция с широкополосной геометрией.		
	Итого	1	
5 Фоторефрактивный эффект и динамическая голография	Модель зонного переноса. Схема уровней, система материальных уравнений. Анализ фоторефрактивного эффекта в приближении малых контрастов интерференционной картины. Диффузионный механизм записи фоторефрактивной решетки. Самодифракция световых волн на фоторефрактивных голограммах. Уравнения связанных волн. Приближение неистощаемой накачки. Самодифракция световых волн на фоторефрактивной решетке при локальном и нелокальном типах нелинейного отклика.	1	ПК-4
	Итого	1	
6 Преобразование частоты лазерного излучения при квазисинхронном взаимодействии на периодических доменных структурах	Квазисинхронное взаимодействие в периодических нелинейных структурах. Периодические доменные структуры в сегнетоэлектриках. Линейная дифракция света на периодических доменных структурах. Генерация второй гармоники на периодических доменных структурах. Параметрическая генерация света в периодических доменных структурах.	1	ПК-4
	Итого	1	
7 Периодические структуры в интегральной и волноводной фотонике	Физические принципы волноводного распространения света в планарных и полосковых волноводах и в волоконных световодах. Дифракция волноводных оптических волн на поверхностных акустических волнах. Дифракция света на фоторефрактивных динамических голограммах в планарных волноводах. Генерация гармоник и параметрическая генерация на периодических доменных структурах в оптических волноводах. Фотоиндуцированные брэгговские решетки показателя преломления в волоконных световодах.	1	ПК-4
	Итого	1	
8 Устройства и системы нелинейной и волноводной	Акустооптические и электрооптические модуляторы и дефлекторы, акустооптические спектральные фильтры. Адаптивные	1	ПК-4

Согласована на портале № 42928

фотоники, квантовой электроники и динамической голографии с периодическими фотонными структурами	голографические интерферометры на основе динамических голограмм в фоторефрактивных кристаллах. Волоконные лазеры и волоконно-оптические датчики.		
	Итого	1	
Итого за семестр		6	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Введение	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	12	ПК-4	Дифференцированный зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	13		
2 Распространение электромагнитных волн в периодических средах	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16	ПК-4	Дифференцированный зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	17		
3 Фундаментальные аспекты и основные эффекты акустооптики, фоторефрактивной и нелинейной оптики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-4	Дифференцированный зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	13		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	23		
4 Дифракция света на акустических волнах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-4	Дифференцированный зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	12		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	19		
5	Подготовка к практиче-	6	ПК-4	Дифференцирован-

Согласована на портале № 42928

Фоторефрактивный эффект и динамическая голография	ским занятиям, семинарам			ный зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	14		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	21		
6 Преобразование частоты лазерного излучения при квазисинхронном взаимодействии на периодических доменных структурах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-4	Дифференцированный зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	18		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	23		
7 Периодические структуры в интегральной и волноводной фотонике	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-4	Дифференцированный зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	18		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	23		
8 Устройства и системы нелинейной и волноводной фотоники, квантовой электроники и динамической голографии с периодическими фотонными структурами	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-4	Дифференцированный зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	21		
Итого за семестр		160		
Итого		160		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Оптические волны в кристаллах : Пер. с англ. / А. Ярив, П. Юх ; пер. С. Г. Кривошлы-

Согласована на портале № 42928

ков, пер. Н. И. Петров, ред. пер. И. Н. Сисакян. - М. : Мир, 1987. - 616 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

2. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В. М. Шандаров, А. Е. Мандель, С. М. Шандаров, Н. И. Буримов - 2012. 244 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1553 (дата обращения: 13.08.2018).

3. Голенищев-Кутузов, А.В. Фотонные и фононные кристаллы [Электронный ресурс] / А.В. Голенищев-Кутузов, В.А. Голенищев-Кутузов, Р.И. Калимуллин. — Электрон. дан. — Москва [Электронный ресурс]: Физматлит, 2010. — 156 с. — ресурс доступен по IP-адресам ТУСУРа. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/48285 (дата обращения: 13.08.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Информационная оптика : Учебное пособие для вузов / Николай Николаевич Евтихиев, Ольга Анатольевна Евтихиева, Игорь Николаевич Компанец ; ред. Н. Н. Евтихиев ; Федеральная целевая программа "Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки на 1997-2000 годы". - М. : Издательство МЭИ, 2000. - 612 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 18 экз.)

2. Оптическая и квантовая электроника : Учебник для вузов / А. Н. Пихтин. - М. : Высшая школа, 2001. - 574[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 147 экз.)

3. Оптоэлектроника : Пер. с фр. / Э. Розеншер, Б. Винтер ; ред. пер. О. Н. Ермаков. - М. : Техносфера, 2006. - 588[4] с. : ил. - (Мир электроники). (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

4. Богданов А.В., Голубенко Ю.В. Волоконные технологические лазеры и их применение [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: Учебное пособие. 2 е изд., испр. и доп. – СПб. Издательство «Лань», 2018. – 236 с. ил. ISBN 978-5-8114-2027-8 - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/101825#book_name (дата обращения: 13.08.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Основы физической и квантовой оптики [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В. М. Шандаров - 2012. 197 с. (Используется для практических занятий). - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/750 (дата обращения: 13.08.2018).

2. Введение в нелинейную оптику [Электронный ресурс]: Учебное пособие / С. М. Шандаров - 2012. 41 с. (Используется для практических занятий). - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2059 (дата обращения: 13.08.2018).

3. Информационные и электронные ресурсы в организации научных исследований [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по практической и самостоятельной работе / Е. М. Покровская - 2018. 13 с. (Используется для практических занятий). - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7289 (дата обращения: 13.08.2018).

4. Актуальные проблемы науки и индустрии фотоники и оптоинформатики [Электронный ресурс]: Сборник статей / В. М. Шандаров, С. М. Шандаров, В. В. Шепелевич - 2013. 275 с. (Используется для практических занятий). - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3012 (дата обращения: 13.08.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;

Согласована на портале № 42928

– в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

12.5. Периодические издания

1. Квантовая электроника : научно-технический журнал. - М. : Радио и связь . - Журнал выходит с 1971 г.
2. Оптика и спектроскопия. - М. : Наука . - Журнал выходит с 1956 г.
3. Физика твердого тела. - М. : Наука . - Журнал выходит с 1959 г.
4. Физика и техника полупроводников. - М. : Наука . - Журнал выходит с 1967 г.
5. Журнал технической физики. - М. : Наука . - Журнал выходит с 1931 г.
6. Физика : научный журнал : Известия ВУЗов. - Томск : СФТИ . - Журнал выходит с 1958 г.
7. Журнал экспериментальной и теоретической физики . - М. : Наука . - Журнал выходит с 1873 г.
8. Письма в ЖТФ [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: - Режим доступа: https://journals.ioffe.ru/journals/4 (дата обращения: 13.08.2018).
9. Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: - Режим доступа: https://journal.tusur.ru/ (дата обращения: 13.08.2018).
10. Успехи физических наук [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: - Режим доступа: https://ufn.ru/ (дата обращения: 13.08.2018).
11. Письма в ЖЭТФ [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: - Режим доступа: http://www.jetpletters.ac.ru/ru/jetpl.shtml (дата обращения: 13.08.2018).

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

Согласована на портале № 42928

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Фотонными кристаллами принято называть оптические периодические среды, в которых вследствие трансляционной симметрии, для любого вектора решетки a выполняются условия периодичности по координате r для:

а) диэлектрической и магнитной проницаемости $\varepsilon(r) = \varepsilon(r + a)$, $\mu(r) = \mu(r + a)$;

б) напряженности электрического поля $E(r) = E(r + a)$;

в) напряженности магнитного поля $H(r) = H(r + a)$;

г) напряженности электрического и магнитного полей, $E(r) = E(r + a)$ и $H(r) = H(r + a)$, одновременно.

2. Запрещенными зонами для фотонных кристаллов называют …

Согласована на портале № 42928

а) диапазон длин волн или частот, в котором волна распространяется без потерь и полностью проходит через него;

б) диапазон длин волн или частот, в котором волна не может распространяться и полностью отражается от него;

в) диапазон длин волн или частот, в котором волна отражается от него под углом 90°;

г) диапазон длин волн или частот, в котором линейно поляризованная волна изменяет направление колебаний вектора поляризации на 90°.

3. В акустооптических приборах периодические структуры представляют собой …

а) возмущения проводимости среды, создаваемые приложенным электрическим полем;

б) возмущения магнитной проницаемости среды, создаваемые приложенным магнитным полем;

в) возмущения диэлектрической проницаемости среды, создаваемые акустическими волнами;

г) возмущения диэлектрической проницаемости среды, создаваемые приложенным электрическим полем.

4. Динамические голограммы в фоторефрактивных кристаллах без центра симметрии представляют собой периодические структуры, создаваемые …

а) электрическим полем, возникающим вследствие перераспределения подвижных ионов под действием картины интерференции опорной и предметной волн, и модуляции диэлектрической проницаемости среды вследствие линейного электрооптического эффекта;

б) электрическим полем, возникающим вследствие перераспределения подвижных ионов под действием картины интерференции опорной и предметной волн, и модуляции диэлектрической проницаемости среды вследствие квадратичного электрооптического эффекта;

в) механическими деформациями, возникающим вследствие перераспределения подвижных ионов под действием картины интерференции опорной и предметной волн, и модуляции диэлектрической проницаемости среды вследствие фотоупругого эффекта;

г) электрическим полем, возникающим вследствие перераспределения электронов и (или) дырок по дефектным центрам под действием картины интерференции опорной и предметной волн, и модуляции диэлектрической проницаемости среды вследствие линейного электрооптического эффекта.

5. В периодических доменных структурах в сегнетоэлектрическом кристалле ниобата лития нелинейные восприимчивости второго порядка в соседних доменах …

а) одинаковы по абсолютной величине, но противоположны по знаку;

б) одинаковы как одинаковы по абсолютной величине, так и по знаку;

в) отличаются по абсолютной величине в несколько раз, но имеют одинаковые знаки;

г) отличаются по абсолютной величине в несколько раз и одинаковы по знаку.

6. Сильное взаимодействие двух волн с волновыми векторами k1 и k2, распространяющихся водном направлении в периодической слоистой структуре с периодом d, возможно при выполнении условия фазового синхронизма:

а) $k1 - k2 - m(2\pi/d) = 0$, $m = 1/2, 3/2, 5/2, \ldots$;

б) $k1 + k2 - m(2\pi/d) = 0$, $m = 1/2, 3/2, 5/2, \ldots$;

в) $k1 - k2 - m(2\pi/d) = 0$, $m = 1, 2, 3, \ldots$;

г) $k1 + k2 - m(2\pi/d) = 0$, $m = 1, 2, 3, \ldots$.

7. Сильное взаимодействие двух волн с волновыми векторами k1 и k2, распространяющихся в противоположных направлении в периодической слоистой структуре с периодом d, возможно при выполнении условия фазового синхронизма:

а) $k1 - k2 - m(2\pi/d) = 0$, $m = 1/2, 3/2, 5/2, \ldots$;

б) $k1 + k2 - m(2\pi/d) = 0$, $m = 1/2, 3/2, 5/2, \ldots$;

в) $k1 - k2 - m(2\pi/d) = 0$, $m = 1, 2, 3, \ldots$;

г) $k1 + k2 - m(2\pi/d) = 0$, $m = 1, 2, 3, \ldots$.

8. Максимальное пропускание периодической слоистой структурой с периодом d и толщиной L при распространении волны с волновым вектором km по нормали к её слоям наблюдается при выполнении условия:

а) $|km| L = (2m + 1)\pi/2$, $m = 1, 2, 3, \ldots$;

Согласована на портале № 42928

б) | km| L = (2m +1)π/2, m = 1/2, 3/2, 5/2, …;

в) | km| L = mπ, m = 1/2, 3/2, 5/2, …;

г) | km| L = mπ, m = 1, 2, 3, ….

9. Максимальное отражение от периодической слоистой структурой с периодом d и толщиной L при распространении волны с волновым вектором km по нормали к её слоям наблюдается при выполнении условия:

а) | km| L = (2m +1)π/2, m = 1, 2, 3, …;

б) | km| L = mπ, m = 1, 2, 3, …;

в) | km| L = mπ, m = 1/2, 3/2, 5/2, …;

г) | km| L = (2m +1)π/2, m = 1/2, 3/2, 5/2, ….

10. Нелинейность второго порядка в разложении нелинейной поляризации среды в ряд по степеням напряженности светового поля характеризует эффекты …

а) генерации третьей гармоники;

б) генерации второй гармоники, суммарных и разностных частот, параметрического усиления и параметрической генерации света;

в) комбинационного рассеяния света и рассеяния Мандельштама-Бриллюэна;

г) самофокусировки и обращения волнового фронта.

11. Нелинейная оптическая восприимчивость второго порядка является …

а) скалярной величиной;

б) вектором;

в) тензором третьего ранга;

г) тензором второго ранга.

12. При нелинейном взаимодействии двух световых волн электрическая поляризация на суммарной частоте пропорциональна …

а) сумме напряженностей светового поля этих волн;

б) произведению напряженностей светового поля этих волн;

в) разности напряженностей светового поля этих волн;

г) квадрату модуля произведения напряженностей светового поля этих волн.

13. Какие законы сохранения определяют условия синхронизма при брэгговской дифракции света на акустических волнах?

а) закон сохранения энергии;

б) закон сохранения квазиимпульса;

в) законы сохранения энергии и квазиимпульса;

г) закон сохранения заряда.

14. Что называют аномальной дифракцией Брэгга?

а) дифракция, при которой дифракционная картина содержит набор из трех и большего числа дифракционных максимумов;

б) дифракция Брэгга, при которой состояние поляризации дифрагированной волны точно совпадает с состоянием поляризации падающей волны;

в) дифракция, при которой падающая и дифрагированная волны относятся к разным типам собственных волн;

г) коллинеарная дифракция, реализуемая при распространении волн вдоль оптической оси.

15. Амплитуда поля пространственного заряда фоторефрактивной решетки при диффузионном механизме её формирования достигает максимума:

а) при диффузионном поле, в два раза превосходящем поле насыщения ловушек;

б) при поле насыщения ловушек, в два раза превосходящем диффузионное поле;

в) при диффузионном поле, равном полю насыщения ловушек;

г) при нулевом значении поля насыщения ловушек.

16. Какой эффект самодифракции наблюдается в фоторефрактивной среде с чисто нелокальным откликом?

а) перекачка фазы совместно с перекачкой мощности (интенсивности);

б) перекачка фазы;

в) перекачка фазы от пучка накачки к сигнальному пучку;

г) перекачка мощности (интенсивности).

Согласована на портале № 42928

17. Приложение постоянного однородного электрического поля к периодической доменной структуре приводит к периодическим изменениям показателя преломления …

а) вследствие различий в статической диэлектрической проницаемости в доменах с противоположными направлениями вектора спонтанной поляризации;

б) вследствие различий в статической магнитной проницаемости в доменах с противоположными направлениями вектора спонтанной поляризации;

в) вследствие различий в знаках линейного электрооптического коэффициента r в доменах с противоположными направлениями вектора спонтанной поляризации;

г) вследствие различий в знаках квадратичного электрооптического коэффициента R в доменах с противоположными направлениями вектора спонтанной поляризации.

18. Условие квазисинхронизма для реализации нелинейных эффектов генерации гармоник, параметрического усиления и параметрической генерации вытекает из …

а) закона сохранения энергии;

б) формул Френеля для коэффициентов отражения от границ раздела сред;

в) граничных условий для электрического и магнитного полей;

г) условия сохранения квазиимпульса.

19. Какие свойства фоторефрактивных кристаллов используется в адаптивных голографических интерферометрах?

а) динамический характер фоторефрактивных голограмм в сочетании с конечной инерционностью процесса их формирования;

б) динамический характер фоторефрактивных голограмм исключительно;

в) конечная инерционность процесса формирования фоторефрактивных голограмм исключительно;

г) возможность одновременного формирования фазовых и амплитудных голограмм.

20. Брэгговские зеркала в волоконных световодах реализуются:

а) за счет отражения от атомных плоскостей кристаллов;

б) за счет сколов торцов волокон, ортогональных их оси;

в) за счет периодических возмущений магнитной проницаемости волокна;

г) за счет фотоиндуцированных решеток показателя преломления в волоконном световоде.

14.1.2. Темы опросов на занятиях

Цель и содержание курса, его связь с другими дисциплинами, основная и дополнительная литература. История и развитие акустооптики, нелинейной и волноводной фотоники, голографии, явления фоторефракции, физики фотонных кристаллов. Современное состояние и научная проблематика фотоники периодических структур.

Периодические среды. Периодические слоистые среды. Брэгговское отражение. Теория связанных мод. Теория связанных мод для брэгговских отражателей. Фазовая скорость, групповая скорость и скорость переноса энергии. Электромагнитные поверхностные волны.

Нелинейная поляризация среды при мгновенном отклике.Общий подход к описанию нелинейных эффектов. Электромагнитная теория нелинейных эффектов второго порядка. Генерация волн суммарной и разностной частоты при коллинеарном взаимодействии. Качественный анализ дифракции света на акустических волнах. Условия синхронизма, угол Брэгга, возможные применения, аномальная и коллинеарная дифракция. Качественное описание основных эффектов оптической и динамической голографии. Интерференция световых пучков, основные физические процессы при формировании динамических фоторефрактивных голограмм, основные эффекты динамической голографии.

Дифракция Брэгга в изотропной среде, метод волнового уравнения. Постановка задачи, вывод уравнений связанных волн, анализ выражений для дифрагированного светового поля. Эффективность дифракции Брэгга. Коэффициент акустооптического качества среды М2. Зависимость эффективности дифракции от акустической мощности и размеров пьезопреобразователя. Частотная зависимость акустооптического взаимодействия. Автоподстройка угла Брэгга фазированными преобразователями акустических волн. Аномальная дифракция с широкополосной геометрией.

Модель зонного переноса. Схема уровней, система материальных уравнений. Анализ фоторефрактивного эффекта в приближении малых контрастов интерференционной картины. Диффузионный механизм записи фоторефрактивной решетки. Формирование фоторефрактивной решетки

Согласована на портале № 42928

в постоянном и знакопеременном внешних электрических полях. Самодифракция световых волн на фоторефрактивных голограммах. Уравнения связанных волн. Приближение неистощаемой накачки. Самодифракция световых волн на фоторефрактивной решетке при локальном и нелокальном типах нелинейного отклика.

Квазисинхронное взаимодействие в периодических нелинейных структурах. Периодические доменные структуры в сегнетоэлектриках. Методы формирования регулярных доменных структур. Линейная дифракция света на периодических доменных структурах. Генерация второй гармоники на периодических доменных структурах. Параметрическая генерация света в периодических доменных структурах.

Физические принципы волноводного распространения света в планарных и полосковых волноводах и в волоконных световодах. Дифракция волноводных оптических волн на поверхностных акустических волнах. Дифракция света на фоторефрактивных динамических голограммах в планарных волноводах. Эффекты самовоздействия световых пучков и пространственные солитоны в периодических фоторефрактивных волноводных структурах. Генерация гармоник и параметрическая генерация на периодических доменных структурах в оптических волноводах. Формирование периодических доменных структур электронным пучком. Визуализация периодических доменных структур, записанных электронным пучком. Фотоиндуцированные брэгговские решетки показателя преломления в волоконных световодах.

Акустооптические и электрооптические модуляторы и дефлекторы, акустооптические спектральные фильтры. Голографические системы оптической памяти и распознавания образов. Адаптивные голографические корреляторы и интерферометры на основе динамических голограмм в фоторефрактивных кристаллах. Волоконные лазеры и волоконно-оптические датчики. Оптические интегральные схемы для квантовой фотоники, телекоммуникационных и сенсорных систем, основанные на квазисинхронных нелинейных спектральных преобразованиях и электрооптической модуляции лазерного излучения в периодических доменных структурах.

14.1.3. Вопросы дифференцированного зачета

1. Периодические среды и фотонные кристаллы.

2. Периодические слоистые среды.

3. Брэгговское отражение.

4. Теория связанных мод.

5. Теория связанных мод для брэгговских отражателей.

6. Фазовая скорость, групповая скорость и скорость переноса энергии.

7. Электромагнитные поверхностные волны.

8. Нелинейная поляризация среды при мгновенном отклике.

9. Общий подход к описанию нелинейных эффектов.

10. Электромагнитная теория нелинейных эффектов второго порядка.

11. Генерация волн суммарной и разностной частоты при коллинеарном взаимодействии.

12. Качественный анализ дифракции света на акустических волнах. Условия синхронизма, угол Брэгга.

13. Качественный анализ дифракции света на акустических волнах. Возможные применения, аномальная и коллинеарная дифракция.

Согласована на портале № 42928

14. Качественное описание основных эффектов оптической и динамической голографии. Интерференция световых пучков, основные физические процессы при формировании динамических фоторефрактивных голограмм.

15. Качественное описание основных эффектов оптической и динамической голографии. Основные эффекты динамической голографии.

16. Дифракция Брэгга в изотропной среде, метод волнового уравнения. Постановка задачи.

17. Дифракция Брэгга в изотропной среде, метод волнового уравнения. Вывод уравнений связанных волн.

18. Дифракция Брэгга в изотропной среде, метод волнового уравнения. Анализ выражений для дифрагированного светового поля.

19. Эффективность дифракции Брэгга.

20. Коэффициент акустооптического качества среды М2.

21. Зависимость эффективности дифракции от акустической мощности и размеров пьезопреобразователя.

22. Частотная зависимость акустооптического взаимодействия.

23. Автоподстройка угла Брэгга фазированными преобразователями акустических волн.

24. Аномальная дифракция с широкополосной геометрией.

25. Модель зонного переноса. Схема уровней, система материальных уравнений.

26. Анализ фоторефрактивного эффекта в приближении малых контрастов интерференционной картины.

27. Диффузионный механизм записи фоторефрактивной решетки.

28. Формирование фоторефрактивной решетки в постоянном и знакопеременном внешних электрических полях.

29. Самодифракция световых волн на фоторефрактивных голограммах. Уравнения связанных волн.

30. Самодифракция световых волн на фоторефрактивных голограммах. Приближение неистощаемой накачки.

31. Самодифракция световых волн на фоторефрактивной решетке при локальном и нелокальном типах нелинейного отклика.

32. Квазисинхронное взаимодействие в периодических нелинейных структурах.

33. Периодические доменные структуры в сегнетоэлектриках.

34. Методы формирования регулярных доменных структур.

35. Линейная дифракция света на периодических доменных структурах.

Согласована на портале № 42928

36. Генерация второй гармоники на периодических доменных структурах.

37. Параметрическая генерация света в периодических доменных структурах.

38. Физические принципы волноводного распространения света в планарных и полосковых волноводах и в волоконных световодах.

39. Дифракция волноводных оптических волн на поверхностных акустических волнах.

40. Дифракция света на фоторефрактивных динамических голограммах в планарных волноводах.

41. Эффекты самовоздействия световых пучков и пространственные солитоны в периодических фоторефрактивных волноводных структурах.

42. Генерация гармоник и параметрическая генерация на периодических доменных структурах в оптических волноводах.

43. Формирование периодических доменных структур электронным пучком.

44. Визуализация периодических доменных структур, записанных электронным пучком.

45. Фотоиндуцированные брэгговские решетки показателя преломления в волоконных световодах.

46. Акустооптические и электрооптические модуляторы и дефлекторы, акустооптические спектральные фильтры.

47. Голографические системы оптической памяти и распознавания образов.

48. Адаптивные голографические корреляторы и интерферометры на основе динамических голограмм в фоторефрактивных кристаллах.

49. Волоконные лазеры и волоконно-оптические датчики.

50. Оптические интегральные схемы для квантовой фотоники, телекоммуникационных и сенсорных систем, основанные на квазисинхронных нелинейных спектральных преобразованиях и электрооптической модуляции лазерного излучения в периодических доменных структурах.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)

Согласована на портале № 42928

С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 42928