

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ**  
**УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»**  
**(ТУСУР)**



УТВЕРЖДАЮ  
Директор департамента образования

Документ подписан электронной подписью  
Сертификат: 1сбсfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820  
Владелец: Троян Павел Ефимович  
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Фотоника наноструктурированных материалов и наноплазмоника**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки / специальность: **12.04.03 Фотоника и оптоинформатика**

Направленность (профиль) / специализация: **Фотоника волноводных, нелинейных и периодических структур**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**

Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**

Курс: **2**

Семестр: **3**

Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	8	8	часов
2	Практические занятия	50	50	часов
3	Всего аудиторных занятий	58	58	часов
4	Самостоятельная работа	50	50	часов
5	Всего (без экзамена)	108	108	часов
6	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е.

Зачет: 3 семестр

Томск 2018

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчики:

зав.каф. каф. ЭП \_\_\_\_\_ С. М. Шандаров

профессор каф. ЭП \_\_\_\_\_ Л. Н. Орликов

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:

Доцент кафедры электронных при-  
боров (ЭП) \_\_\_\_\_

А. И. Аксенов

Профессор кафедры электронных  
приборов (ЭП) \_\_\_\_\_

Л. Н. Орликов

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

сформировать у студентов знания о когерентных нелинейных оптических явлениях в наноструктурированных материалах;

сформировать у студентов знания о возбуждении, регистрации и использованию коллективных электронных возбуждений плазмонного типа в наноструктурированных композитных материалах.

### 1.2. Задачи дисциплины

– изучение основных принципов фотоники наноструктурированных материалов и наноплазмоники;

– изучение круга явлений, в которых возбуждение коллективных электронных колебаний приводит к увеличению чувствительности и разрешающей способности оптических методов исследования.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Фотоника наноструктурированных материалов и наноплазмоники» (Б1.В.ОД.1.6) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Актуальные проблемы науки и индустрии фотоники и оптоинформатики, История и методология фотоники и оптоинформатики.

Последующими дисциплинами являются: Научно-исследовательская работа (рассред.).

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-1 готовностью обосновать актуальность целей и задач проводимых научных исследований;

– ПК-7 способностью применять современные методики исследования основных физико-химических свойств оптических стекол и кристаллов, методики прогнозирования оптических и физико-химических параметров новых материалов;

– ПК-8 способностью разрабатывать фотонное устройство на основе элементной базы, выбирать необходимое оборудование и способ контроля параметров устройства;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** фундаментальные физические закономерности, определяющие свойства наноструктурированных материалов; методы возбуждения и регистрации коллективных электронных возбуждений плазмонного типа в наноструктурированных композитных материалах

– **уметь** выполнять оценочные расчеты характеристик наноструктурированных материалов; выполнять оценочные расчеты параметров коллективных электронных возбуждений плазмонного типа в наноструктурированных композитных материалах

– **владеть** методами анализа параметров коллективных электронных возбуждений плазмонного типа в наноструктурированных композитных материалах.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	58	58
Лекции	8	8
Практические занятия	50	50
Самостоятельная работа (всего)	50	50

Проработка лекционного материала	5	5
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	45	45
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость, ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	3.0

## 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	1	2	ПК-1, ПК-7, ПК-8
2 Условия возникновения коллективных электронных возбуждений плазмонного типа в наноструктурированных композитных материалах	2	10	9	21	ПК-1, ПК-7, ПК-8
3 Методы возбуждения и регистрации коллективных электронных возбуждений плазмонного типа в наноструктурированных композитных материалах	2	10	9	21	ПК-1, ПК-7, ПК-8
4 Связь между характеристиками плазмонов, оптическими свойствами материалов и формой наночастиц	2	15	15	32	ПК-1, ПК-7, ПК-8
5 Перспективы применения коллективных электронных возбуждений плазмонного типа в наноструктурированных композитных материалах в устройствах фотоники и оптоинформатики	1	15	16	32	ПК-1, ПК-7, ПК-8
Итого за семестр	8	50	50	108	
Итого	8	50	50	108	

### 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	Роль микро и наночастиц в истории цивилизации	1	ПК-1, ПК-

	и.Современные методы синтеза плазмонных наночастиц.Галерея наночастиц и наноструктур.		7, ПК-8
	Итого	1	
2 Условия возникновения коллективных электронных возбуждений плазмонного типа в наноструктурированных композитных материалах	Введение в электродинамику металлов: электродинамика проводящих сред, теория Друде-Зоммерфельда оптических свойств металлов, диэлектрическая проницаемость малых частиц, дисперсия в газе свободных электронов и объемные плазмоны. Поверхностные плазмоны: двумерный случай, слоистые среды, одномерные поверхностные плазмоны.	2	ПК-1, ПК-7
	Итого	2	
3 Методы возбуждения и регистрации коллективных электронных возбуждений плазмонного типа в наноструктурированных композитных материалах	Возбуждение и наблюдение поверхностных плазмонов. Теория плазмонных колебаний в наночастицах; аналогия между спектрами локализованных плазмонов и спектрами атомов и молекул. Оптические свойства сферических частиц. Плазмонные свойства наносфероидов. Оптические свойства трехосного наноэллипсоида. Локализованные плазмоны в многогранных наночастицах. Локализованные плазмоны в кластерах наночастиц	2	ПК-1, ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
4 Связь между характеристиками плазмонов, оптическими свойствами материалов и формой наночастиц	Оптические свойства наночастиц из «необычных» материалов: оптика частице отрицательным показателем преломления; оптические свойства киральных частиц. Оптические свойства нанотверстий в металлических пленках	2	ПК-1, ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
5 Перспективы применения коллективных электронных возбуждений плазмонного типа в наноструктурированных композитных материалах в устройствах фотоники и оптоинформатики	Терапия и визуализация опухолей с помощью наночастиц. Биосенсоры на поверхностных плазмонах. Биосенсоры на локализованных плазмонах. Спектроскопия отдельных плазмонных наночастиц. Элементная база для волноводной фотоники на плазмонах: пассивные и активные элементы. Приложения на основе влияния наночастиц на излучение атомов и молекул. Супер- и гиперлинзы на основе поверхностных плазмонов и метаматериалов. Покрытия-невидимки на основе плазмонных метаматериалов.	1	ПК-1, ПК-7, ПК-8
	Итого	1	
Итого за семестр		8	

### 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
Предшествующие дисциплины					
1 Актуальные проблемы науки и индустрии фотоники и оптоинформатики	+	+		+	+
2 История и методология фотоники и оптоинформатики	+				
Последующие дисциплины					
1 Научно-исследовательская работа (рас-сред.)		+	+	+	+

#### 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-1	+	+	+	Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-7	+	+	+	Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-8	+	+	+	Опрос на занятиях, Зачет, Тест, Отчет по практическому занятию

#### 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			
2 Условия возникновения коллективных электронных возбуждений плазмонного типа в	Макроскопическая электродинамика: волновые уравнения, материальные уравнения, комплексная диэлектрическая проницаемость, монохроматические поля, случай кусочно-неоднородной среды, граничные условия, закон сохранения энергии, диадная функция Грина, эванесцентные поля. Тео-	10	ПК-1, ПК-7, ПК-8

наноструктурированных композитных материалах	рия Друде-Зоммерфельда. Объемные плазмоны. Плазмоны на плоской границе раздела «металл - диэлектрик». Поверхностные плазмоны в слоистых средах. Плазмоны в металлических проволоках круглого сечения		
	Итого	10	
3 Методы возбуждения и регистрации коллективных электронных возбуждений плазмонного типа в наноструктурированных композитных материалах	Возбуждение поверхностных плазмонов при нарушенном полном внутреннем отражении, на поверхностной дифракционной решетке и нано локализованными источниками света. Наблюдение поверхностных плазмонов. Решение уравнений Максвелла для наночастиц «e- методом». Аналогия между спектрами локализованных плазмонов и спектрами атомов и молекул. Оптические резонансы в сферических частицах. Оптические свойства сферической частицы. Плазмонные резонансы в сфероиде. Оптические свойства сфероидов. Плазмонные моды и резонансы в трехосном наноэллипсоиде. Плазмоны в кластере из двух одинаковых наносфер. Возбуждение плазмонных резонансов в кластерах наночастиц.	10	ПК-1, ПК-7, ПК-8
	Итого	10	
4 Связь между характеристиками плазмонов, оптическими свойствами материалов и формой наночастиц	Электродинамика сред с отрицательным показателем преломления. Оптика частиц с отрицательным показателем преломления. Экспериментальная реализация сред с отрицательным показателем преломления. Материальные уравнения для киральных сред. Волны в бесконечной однородной киральной среде. Сферические волны в киральных средах. Теория дифракции Бете-Боукампа. Локализованные плазмоны в наноотверстии. Экстраординарное прохождение света через решетки из наноотверстий	15	ПК-1, ПК-7, ПК-8
	Итого	15	
5 Перспективы применения коллективных электронных возбуждений плазмонного типа в наноструктурированных композитных материалах в устройствах фотоники и оптоинформатики	Терапия и визуализация опухолей с помощью золотых наночастиц одностенных нанотрубок и ферромагнитных наночастиц Биосенсоры на поверхностных и локализованных плазмонах Пассивные элементы для оптических интегральных схем на плазмонах. Активные (динамические) элементы плазмоники для оптических и интегральных схем. Формирование изображений наноструктур с использованием супер- и гиперлинз на основе поверхностных плазмонов и метаматериалов	15	ПК-1, ПК-7, ПК-8
	Итого	15	
Итого за семестр		50	

### 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	Проработка лекционного материала	1	ПК-1, ПК-7, ПК-8	Опрос на занятиях, Тест
	Итого	1		
2 Условия возникновения коллективных электронных возбуждений плазмонного типа в наноструктурированных композитных материалах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-1, ПК-7, ПК-8	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	9		
3 Методы возбуждения и регистрации коллективных электронных возбуждений плазмонного типа в наноструктурированных композитных материалах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-1, ПК-7, ПК-8	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	9		
4 Связь между характеристиками плазмонов, оптическими свойствами материалов и формой наночастиц	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	14	ПК-1, ПК-7, ПК-8	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	15		
5 Перспективы применения коллективных электронных возбуждений плазмонного типа в наноструктурированных композитных материалах в устройствах фотоники и оптоинформатики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	15	ПК-1, ПК-7, ПК-8	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	16		
Итого за семестр		50		
Итого		50		



## 10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
3 семестр				
Зачет			10	10
Опрос на занятиях	10	10	10	30
Отчет по практическому занятию	10	10	11	31
Тест	9	9	11	29
Итого максимум за период	29	29	42	100
Нарастающим итогом	29	58	100	100

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
65 - 69		
3 (удовлетворительно) (зачтено)	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Игнатов А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс]: Учебное пособие. - СПб. Издательство «Лань», 2011.— 528 е. - Режим доступа: [https://e.lanbook.com/book/684#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/684#book_name) (дата обращения: 22.07.2018).
2. Климов, В.В. Наноплазмоника [Электронный ресурс] / В.В. Климов. — Электрон. дан. — Москва [Электронный ресурс]: Физматлит, 2010. — 480 с - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2204> (дата обращения: 22.07.2018).

### 12.2. Дополнительная литература

1. Основы физической и квантовой оптики: учебное пособие для вузов. - Томск.: ТУСУР, 2005. - 258 с. ISBN 5-86889-228- (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.)
2. Введение в оптическую физику [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Шандаров С. М. - 2012. 127 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2196> (дата обращения: 22.07.2018).
3. Оптоэлектроника : Пер. с фр. / Э. Розеншер, Б. Винтер ; ред. пер. О. Н. Ермаков. - М. : Техносфера, 2006. - 588[4] с. : ил. - (Мир электроники ; VII - 04). - ISBN 5-94836-031-8 (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)
4. Введение в нелинейную оптику [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Шандаров С. М. - 2012. 41 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2059> (дата обращения: 22.07.2018).

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Основы физической и квантовой оптики [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов специальности 210401.65 / Шандаров В. М. - 2013. 57 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2888> (дата обращения: 22.07.2018).
2. Физические основы квантовой электроники и фотоники [Электронный ресурс]: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе / Шандаров С. М. - 2012. 47 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1700> (дата обращения: 22.07.2018).

#### 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;
- в печатной форме.

### 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, к которым у ТУСУРа есть доступ <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>

### **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.

##### **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. Какой метод не может быть использован для получения наночастиц?
  - а) метод осаждения из коллоидных растворов
  - б) метод газофазного синтеза
  - в) метод наносферной литографии
  - г) метод Рунге-Кутта
2. Распространение продольных волн с вектором напряженности электрического поля, параллельным волновому вектору:
  - а) невозможно в любой среде
  - б) возможно в газоразрядной и твердотельной плазме на частотах, при которых диэлектрическая проницаемость имеет нулевое значение
  - в) возможно в прозрачной среде с относительной диэлектрической проницаемостью, равной единице
  - г) возможно в полупроводниках при энергии кванта светового поля, точно соответствующей ширине запрещенной зоны
3. В области высоких частот, где диэлектрическую проницаемость плазмы можно считать действительной величиной:
  - а) она принимает нулевое значение на частоте электромагнитного поля, равной плазменной частоте
  - б) она стремится к бесконечности на частоте электромагнитного поля, равной плазменной частоте
  - в) она принимает нулевое значение на частотах электромагнитного поля, превышающих плазменную частоту
  - г) она стремится к бесконечности на частотах электромагнитного поля, превышающих плазменную частоту
4. В области высоких частот, где диэлектрическую проницаемость плазмы можно считать действительной величиной:
  - а) она является отрицательной на частотах электромагнитного поля, превышающих плазменную частоту
  - б) она является отрицательной на частотах электромагнитного поля, не превышающих плазменную частоту
  - в) она является отрицательной на частотах электромагнитного поля, превосходящих плазменную частоту более чем в два раза
  - г) она является отрицательной на частотах электромагнитного поля, превосходящих плазменную частоту в  $\epsilon = 2,718$  раз

5. По какому закону изменяется напряженность электрического поля электромагнитной волны внутри металла в области низких частот, когда мнимая и действительная части диэлектрической проницаемости близки друг к другу?

- а) экспоненциально возрастает с удалением от границы раздела с диэлектрической средой
- б) экспоненциально убывает с удалением от границы раздела с диэлектрической средой
- в) убывает с удалением от границы раздела с диэлектрической средой по линейному закону
- г) убывает с удалением от границы раздела с диэлектрической средой по квадратичному закону

6. Поперечные объемные плазмоны существуют в области прозрачности плазмы:

- а) на частотах, превосходящих плазменную частоту
- б) на всех частотах спектра электромагнитных колебаний
- в) на частотах, не превышающих плазменную частоту
- г) в области частот, где реальная часть диэлектрической проницаемости плазмы принимает отрицательные значения

7. Существование продольных объемных плазмонов возможно:

- а) в диэлектрической среде на любых частотах электромагнитного излучения
- б) в прозрачной среде с относительной диэлектрической проницаемостью, равной единице
- в) в газоразрядной и твердотельной плазме на частотах, при которых диэлектрическая проницаемость принимает нулевое значение

г) в газоразрядной и твердотельной плазме в области частот, где реальная часть диэлектрической проницаемости имеет отрицательные значения

8. Двумерные поверхностные плазмоны реализуются в виде:

а) электромагнитных ТЕ-волн в области частот, превосходящих плазменную частоту, на границе раздела «металл – диэлектрик»

б) электромагнитных ТМ-волн в области частот, превосходящих плазменную частоту, на границе раздела «металл – диэлектрик»

в) в виде поперечных электромагнитных Т-волн на границе раздела двух диэлектриков

г) электромагнитных ТМ-волн в области частот, не превосходящих плазменную частоту, на границе раздела «металл – диэлектрик»

9. Двумерные поверхностные плазмоны характеризуются:

а) наличием продольной компоненты магнитного поля, спадающей по экспоненциальному закону по мере удаления от границы «металл – диэлектрик»

б) наличием продольной компоненты электрического поля, спадающей по экспоненциальному закону по мере удаления от границы «металл – диэлектрик»

в) наличием поперечных компонент электрического и магнитного полей, спадающих по экспоненциальному закону по мере удаления от границы «металл – диэлектрик»

г) наличием поперечных компонент электрического и магнитного полей, спадающих по экспоненциальному закону по мере удаления от границы «диэлектрик – диэлектрик»

10. Максимальная длина распространения двумерных поверхностных плазмонов на заданной частоте в трехслойных структурах наблюдается в случае:

а) симметричных мод в структуре «металл – диэлектрик – металл»

б) антисимметричных мод в структуре «металл – диэлектрик – металл»

в) антисимметричных мод в структуре «диэлектрик – металл – диэлектрик»

г) симметричных мод в структуре «диэлектрик – металл – диэлектрик»

11. Одномерные поверхностные плазмоны реализуются:

а) в металлических нанопроволоках для области частот, не превосходящих плазменную частоту металла

б) в металлических нанопроволоках для области частот, превосходящих плазменную частоту металла

в) в виде поверхностных симметричных мод в структуре «диэлектрик – металл – диэлектрик»

г) в виде поверхностных антисимметричных мод в структуре «диэлектрик – металл – диэлектрик»

12. Условия возбуждения поверхностных плазмонов методом нарушенного полного вну-

тренного отражения (НПВО) предполагают:

- а) равенство составляющих волнового вектора, ортогональных границе раздела «призма НПВО – поверхность распространения плазмона», для призмы и плазмона
- б) равенство составляющих волнового вектора, параллельных границе раздела «призма НПВО – поверхность распространения плазмона», для призмы и плазмона
- в) равенство показателя преломления призмы НПВО эффективному показателю преломления поверхностного плазмона
- г) метод НПВО не позволяет возбуждать поверхностные плазмоны в металлах

13. Резонансное возбуждение поверхностных плазмонов методом поверхностной дифракционной решетки сопровождается:

- а) увеличением коэффициента отражения возбуждающего светового пучка
- б) изменением направления распространения отраженного светового пучка
- в) изменением длины волны отраженного светового пучка
- г) уменьшением коэффициента отражения возбуждающего светового пучка

14. Для возбуждения поверхностных плазмонов методом нанолокализованных источников света используется:

- а) фокусировка положительной линзой светового пучка с вектором поляризации, параллельным необходимому направлению распространения поверхностного плазмона
- б) расфокусировка отрицательной линзой светового пучка с вектором поляризации, параллельным необходимому направлению распространения поверхностного плазмона, на всю поверхность возбуждения
- в) расфокусировка отрицательной линзой светового пучка с вектором поляризации, перпендикулярным необходимому направлению распространения поверхностного плазмона, на всю поверхность возбуждения
- г) фокусировка положительной линзой светового пучка с вектором поляризации, перпендикулярным необходимому направлению распространения поверхностного плазмона

15. В среде с отрицательным показателем преломления:

- а) диэлектрическая проницаемость отрицательна, а магнитная проницаемость положительна
- б) диэлектрическая проницаемость положительна, а магнитная проницаемость отрицательна
- в) реальные части диэлектрической и магнитной проницаемости отрицательны
- г) диэлектрическая и магнитная проницаемости являются чисто мнимыми величинами

16. В среде с отрицательным показателем преломления у электромагнитной волны:

- а) вектор Пойнтинга ортогонален к волновому вектору
- б) направление вектора Пойнтинга совпадает с положительным направлением колебаний вектора напряженности электрического поля
- в) направление вектора Пойнтинга совпадает с отрицательным направлением колебаний вектора напряженности магнитного поля
- г) направление вектора Пойнтинга противоположно направлению волнового вектора

17. Для описания распространения электромагнитных волн в хиральных средах, в материальных уравнениях:

- а) необходимо учесть связь вектора электрической индукции с векторами напряженности электрического и магнитного полей, и связь вектора магнитной индукции с этими же векторами напряженности
- б) достаточно учесть связь вектора электрической индукции с векторами напряженности электрического и магнитного полей
- в) достаточно учесть связь вектора магнитной индукции с векторами напряженности электрического и магнитного полей
- г) достаточно использования традиционных материальных уравнений для анизотропной среды

18. Собственными волнами хиральной среды являются:

- а) две волны с левой круговой поляризацией, с различными показателями преломления
- б) две волны с левой и правой круговыми поляризациями, с различающимися показателями

преломления

в) две волны с правой круговой поляризацией, с различными показателями преломления

г) две волны с левой и правой круговыми поляризациями, с одинаковыми показателями преломления

19. Преимущества наноплазмонных оптических волноводов перед диэлектрическими для реализации высокоскоростных соединений в интегральных схемах заключаются:

а) в более высоких рабочих частотах

б) в отсутствии оптического поглощения

в) в существенно меньших поперечных размерах, от 1 до 200 нм

г) преимущества отсутствуют

20. Какие материалы используются для реализации устройств наноплазмоники в оптическом диапазоне?

а) кремний

б) германий

в) плавленый кварц

г) металлы: Au, Ag, Cu, Al, W, Li, Ba, Pb, Sn,

#### **14.1.2. Темы опросов на занятиях**

Современные методы синтеза плазмонных наночастиц. Галерея наночастиц и наноструктур.

Условия возникновения коллективных электронных возбуждений плазмонного типа в наноструктурированных композитных материалах

Методы возбуждения и регистрации коллективных электронных возбуждений плазмонного типа в наноструктурированных композитных материалах

Связь между характеристиками плазмонов, оптическими свойствами материалов и формой наночастиц

Перспективы применения коллективных электронных возбуждений плазмонного типа в наноструктурированных композитных материалах в устройствах фотоники и оптоинформатики

#### **14.1.3. Зачёт**

Современные методы синтеза плазмонных наночастиц

теория Друде-Зоммерфельда оптических свойств металлов

дисперсия в газе свободных электронов и объемные плазмоны

одномерные поверхностные плазмоны

Теория плазмонных колебаний в наночастицах

Плазмонные свойства наносфероидов

Оптические свойства трехосного наноэллипсоида

диадная функция Грина,

эванесцентные поля.

Теория Друде-Зоммерфельда

Объемные плазмоны.

Плазмоны на плоской границе раздела «металл - диэлектрик».

Решение уравнений Максвелла для наночастиц «е- методом»

Материальные уравнения для киральных сред

Теория дифракции Бете-Боукампа.

Пассивные элементы для оптических интегральных схем на плазмонах.

Активные (динамические) элементы плазмоники

#### **14.1.4. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам**

Макроскопическая электродинамика: волновые уравнения, материальные уравнения, комплексная диэлектрическая проницаемость, монохроматические поля, случай кусочно-неоднородной среды, граничные условия, закон сохранения энергии, диадная функция Грина, эванесцентные поля. Теория Друде-Зоммерфельда. Объемные плазмоны. Плазмоны на плоской границе раздела «металл - диэлектрик». Поверхностные плазмоны в слоистых средах. Плазмоны в металлических проволоках круглого сечения

Возбуждение поверхностных плазмонов при нарушенном полном внутреннем отражении, на поверхностной дифракционной решетке и нанолокализованными источниками света. Наблюдение

ние поверхностных плазмонов. Решение уравнений Максвелла для наночастиц «е- методом». Аналогия между спектрами локализованных плазмонов и спектрами атомов и молекул. Оптические резонансы в сферических частицах. Оптические свойства сферической частицы. Плазмонные резонансы в сфероидах. Оптические свойства сфероидов. Плазмонные моды и резонансы в трехосном нанозэллипсоиде. Плазмоны в кластере из двух одинаковых наносфер. Возбуждение плазмонных резонансов в кластерах наночастиц.

Электродинамика сред с отрицательным показателем преломления. Оптика частиц с отрицательным показателем преломления. Экспериментальная реализация сред с отрицательным показателем преломления. Материальные уравнения для хиральных сред. Волны в бесконечной однородной хиральной среде. Сферические волны в хиральных средах. Теория дифракции Бете-Боукампа. Локализованные плазмоны в нанотверстии. Экстраординарное прохождение света через решетки из нанотверстий

Терапия и визуализация опухолей с помощью золотых наночастиц одностенных нанотрубок и ферромагнитных наночастиц. Биосенсоры на поверхностных и локализованных плазмонах Пассивные элементы для оптических интегральных схем на плазмонах. Активные (динамические) элементы плазмоники для оптических и интегральных схем. Формирование изображений наноструктур с использованием супер- и гиперлинз на основе поверхностных плазмонов и метаматериалов

#### **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)
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.