



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»

**Кафедра общей и экспериментальной физики**



**Рабочая программа дисциплины**

Наименование дисциплины **ФТД.01 Дополнительные главы лазерной физики**

Направление подготовки **03.04.02 Физика**

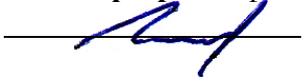
Направленность (профиль) подготовки **Физика материалов твердотельной электроники и фотоники**

Квалификация выпускника **магистр**

Форма обучения **очная**

Согласовано с УМК:  
физического факультета  
Протокол № 42 от «15» апреля 2024 г.

**Председатель:** д.ф.-м.н., профессор  
 Н.М. Буднев

**Рекомендовано кафедрой:**  
**общей и экспериментальной физики**  
Протокол № 7  
от «26» марта 2024 г.  
**Зав. кафедрой** д.ф.-м.н., профессор  
 А.А. Гаврилюк

Иркутск 2024 г.

## Содержание

<b>I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):.....</b>	<b>3</b>
<b>II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО .....</b>	<b>3</b>
<b>III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>5</b>
4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов .....	5
4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	6
4.3. Содержание учебного материала .....	9
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ .....	10
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС) .....	11
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов .....	12
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) .....	12
<b>V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....</b>	<b>12</b>
<b>VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 14</b>	
6.1. Учебно-лабораторное оборудование: .....	14
6.2. Программное обеспечение: .....	14
6.3. Технические и электронные средства: .....	14
<b>VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>14</b>
<b>VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ .....</b>	<b>15</b>

## I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):

Курс «Дополнительные главы лазерной физики» является факультативной дисциплиной магистерской программы «Физика материалов твердотельной электроники и фотоники». Дисциплина обеспечивает теоретическую подготовку студентов в области физики взаимодействия высокоинтенсивного фемтосекундного лазерного излучения с прозрачными диэлектриками твердотельной плотности. В курсе рассматривается явление филаментации, его физическая и математическая модели, нелинейно-оптическое преобразование импульсного излучения и его частотно-углового спектра в фемтосекундном филаменте, филаментация в случайно-неоднородной среде, прикладные вопросы управления филаментацией и применения этого явления в спектроскопии, атмосферной оптике и других приложениях.

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Дополнительные главы лазерной физики» входит в модуль **ФТД.01**, относящийся к части **ФТД. Факультативные дисциплины** образовательной программы по направлению: **03.04.02 Физика, профиль “Физика материалов твердотельной электроники и фотоники”**. Данный спецкурс связан со спецкурсом по атомной и молекулярной спектроскопии, который является вводным курсом к этой дисциплине, а с другой стороны имеет самостоятельное значение для углубленного изучения современных методов и принципов лазерной физики.

Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- *Механика;*
- *Молекулярная физика;*
- *Электричество и магнетизм;*
- *Колебания и волны. Оптика;*
- *Атомная физика;*
- *Математический анализ;*
- *Аналитическая геометрия;*
- *Линейная алгебра;*
- *Векторный и тензорный анализ;*
- *Дифференциальные уравнения;*
- *Интегральные уравнения и вариационное исчисление;*
- *Теория функции комплексного переменного;*
- *Теоретическая механика;*
- *Квантовая механика;*
- *Лазерная спектроскопия;*
- *Физика конденсированного состояния;*
- *Лазерная физика.*

### III. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки (специальности) 03.04.02 Физика:

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-3:	Способен проводить анализ новых направлений исследований и опытно-конструкторских разработок в соответствующей области знаний.	<p>Знать: Актуальные современные направления исследований и опытно-конструкторские разработки в области лазерной физики.</p> <p>Уметь: Проводить анализ новых направлений исследований и опытно-конструкторских разработок в области лазерной физики.</p> <p>Владеть: методами исследований и опытно-конструкторских разработок в области лазерной физики.</p>

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа, в том числе 41 час контактной работы.

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий - 0 часов.

Из них 18 часов – практическая подготовка.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

##### 4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Линейный и нелинейный режимы взаимодействия лазерного излучения с веществом.	3	6	-	2	2		2	Экспресс-опрос
2	Режимы самофокусировки и филаментации.	3	7	1	2	2		2	Экспресс-опрос. Собеседование

3	Генерация плазмы.	3	5	-	1	1		3	Экспресс-опрос. Собеседование	
4	Механизмы дефектообразования.	3	6	1	1	1		3	Экспресс-опрос. Собеседование	
5	Современные приложения и перспективы.	3	8	1	2	2		3	Экспресс-опрос. Собеседование	
6	Трехмерное пятно Эри.	3	7	-	2	2		3	Экспресс-опрос. Собеседование	
7	Механизм конфокального микроскопа. Типы, специфика, решаемые научные задачи.	3	7	1	2	2		3	Экспресс-опрос. Собеседование	
8	Мультиплексирование. Флуорофоры. Визуализация нескольких различных флуорофоров в одном образце; одновременная визуализация нескольких процессов.	3	7	1	2	2		2	Экспресс-опрос. Собеседование	
9	Исследование морфофункциональных особенностей биологических объектов при помощи конфокальной лазерной сканирующей микроспектроскопии.	3	7	-	2	2		3	Экспресс-опрос. Собеседование	
10	Конфокальная люминесцентная сканирующая лазерная микроспектроскопия одиночных молекул и центров окраски. Флуктуирующая флуоресценция одиночных центров окраски в кристаллах.	3	8	1	2	2		3	Экспресс-опрос. Собеседование	
зачет		3	1					1		
<b>Итого часов</b>			<b>72</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>1</b>	<b>27</b>	<b>8</b>

#### 4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	Линейный и нелинейный режимы взаимодействия лазерного излучения с веществом.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	2	Экспресс-опрос	[1-18]
3	Режимы самофокусировки и филаментации.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	3	Экспресс-опрос	[1-18]
3	Генерация плазмы.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	2	Экспресс-опрос	[1-18]
3	Механизмы дефектообразования.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	3	Экспресс-опрос	[1-18]
3	Современные приложения и перспективы.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	3	Экспресс-опрос	[1-18]
3	Трехмерное пятно Эри.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	2	Экспресс-опрос	[1-18]
3	Механизм конфокального микроскопа. Типы, специфика, решаемые научные задачи.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	3	Экспресс-опрос	[1-18]
3	Мультиплексирование. Флуорофоры. Визуализация нескольких различных флуорофоров в одном образце; одновременная визуализация нескольких процессов.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	3	Экспресс-опрос	[1-18]
3	Исследование морфофункциональных особенностей биологических объектов при помощи конфокальной лазерной сканирующей микроспектроскопии.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	3	Экспресс-опрос	[1-18]

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	Конфокальная люминесцентная сканирующая лазерная микроспектроскопия одиночных молекул и центров окраски. Флукутирующая флуоресценция одиночных центров окраски в кристаллах.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	3	Экспресс-опрос	[1-18]
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				27		
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час)				-		

### 4.3. Содержание учебного материала

#### **Раздел 1. Нелинейное взаимодействие интенсивного лазерного излучения с прозрачными средами**

1. Линейный и нелинейный режимы взаимодействия лазерного излучения с веществом.
2. Режимы самофокусировки и филаментации.
3. Генерация плазмы.
4. Механизмы дефектообразования.
5. Современные приложения и перспективы.

#### **Раздел 2. Конфокальная люминесцентная сканирующая лазерная микроспектроскопия с временным разрешением**

6. Трехмерное пятно Эри.
7. Механизм конфокального микроскопа. Типы, специфика, решаемые научные задачи.
8. Мультиплексирование. Флуорофоры. Визуализация нескольких различных флуорофоров в одном образце; одновременная визуализация нескольких процессов.
9. Исследование морфофункциональных особенностей биологических объектов при помощи конфокальной лазерной сканирующей микроспектроскопии
10. Конфокальная люминесцентная сканирующая лазерная микроспектроскопия одиночных молекул и центров окраски. Флуктуирующая флуоресценция одиночных центров окраски в кристаллах.

#### 4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/н	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)*
			всего часов	из них практ. подг.		
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1. Тема 1.	Линейный и нелинейный режимы взаимодействия лазерного излучения с веществом.	2	2	Экспресс-опрос. Оценки за решение задач	ПК-3
2	Раздел 1. Тема 2.	Режимы самофокусировки и филаментации.	2	2	Экспресс-опрос. Оценки за решение задач	ПК-3
3	Раздел 1. Тема 3.	Генерация плазмы.	1	1	Экспресс-опрос. Оценки за решение задач	ПК-3
4	Раздел 1. Тема 4.	Механизмы дефектообразования.	1	1	Экспресс-опрос. Оценки за решение задач	ПК-3
5	Раздел 1. Тема 5.	Современные приложения и перспективы.	2	2	Экспресс-опрос. Оценки за решение задач	ПК-3
6	Раздел 2. Тема 1.	Трехмерное пятно Эри.	2	2	Экспресс-опрос. Оценки за решение задач	ПК-3
7	Раздел 2. Тема 2.	Механизм конфокального микроскопа. Типы, специфика, решаемые научные задачи.	2	2	Экспресс-опрос. Оценки за решение задач	ПК-3
8	Раздел 2. Тема 3.	Мультиплексирование. Флуорофоры. Визуализация нескольких различных флуорофоров в одном образце; одновременная визуализация нескольких процессов.	2	2	Экспресс-опрос. Оценки за решение задач	ПК-3
9	Раздел 2. Тема 4.	Исследование морфофункциональных особенностей биологических объектов при помощи конфокальной лазерной сканирующей микроспектроскопии.	2	2	Экспресс-опрос. Оценки за решение задач	ПК-3
10	Раздел 2. Тема 5.	Конфокальная люминесцентная сканирующая лазерная микроспектроскопия одиночных молекул и центров окраски. Флуктуирующая	2	2	Экспресс-опрос. Оценки за решение задач	ПК-3

		флуоресценция одиночных центров окраски в кристаллах.				
--	--	---	--	--	--	--

#### 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	2	3	4	5
1	Линейный и нелинейный режимы взаимодействия лазерного излучения с веществом.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-3	ПК-3
2	Режимы самофокусировки и филаментации.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-3	ПК-3
3	Генерация плазмы.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-3	ПК-3
4	Механизмы дефектообразования.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-3	ПК-3
5	Современные приложения и перспективы.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-3	ПК-3
6	Трехмерное пятно Эри.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-3	ПК-3
7	Механизм конфокального микроскопа. Типы, специфика, решаемые научные задачи.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-3	ПК-3
8	Мультиплексирование. Флуорофоры. Визуализация нескольких различных флуорофоров в одном образце; одновременная визуализация нескольких процессов.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-3	ПК-3
9	Исследование	Подготовка к аудиторным	ПК-3	ПК-3

	морфофункциональных особенностей биологических объектов при помощи конфокальной лазерной сканирующей микроспектроскопии.	занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.		
10	Конфокальная люминесцентная сканирующая лазерная микроспектроскопия одиночных молекул и центров окраски. Флукутуирующая флуоресценция одиночных центров окраски в кристаллах.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-3	ПК-3

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа реализуется:

- 1) Непосредственно в процессе аудиторных занятий, при выполнении практических работ.
- 2) В контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- 3) В библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при подготовке к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, и при изучении научной и специальной учебной литературы.

Самостоятельная работа студентов может быть как в аудитории, так и вне ее. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов также включает в себя подготовку к устным опросам по каждому из изучаемых разделов. Также самостоятельная работа подразумевает систематический подход к обучению, в соответствии с предложенным в разделе 4.1 графиком, что, в свою очередь, способствует получению зачета по данной дисциплине.

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

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены

### V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### а) основная литература

- 1) **Демтрёдер, Вольфганг.** Современная лазерная спектроскопия [Текст] : учеб. пособие / В. Демтрёдер ; пер. с англ.: М. В. Рябинина, Л. А. Мельников, В. Л. Дербов ; ред. Л. А. Мельников. - Долгопрудный : Изд. дом "Интеллект", 2014. - 1071 с. ; 22 см. - ISBN 978-5-91559-114-0. - (2 экз.)
- 2) **Знаменский, Николай Владимирович.** Спектры и динамика оптических переходов редкоземельных ионов в кристаллах / Н. В. Знаменский, Ю. В. Малюкин. - М. : Физматлит, 2008. - 191 с. : граф. ; 22 см. - Библиогр.: с. 179-188. - ISBN 978-5-9221-0947-5. - (2 экз.)

- 3) **Кремерс, Дэвид А.** Лазерно-искровая эмиссионная спектроскопия [Текст] : пер. с англ. / Д. А. Кремерс, Л. Д. Радziemски ; ред. Н. Б. Зоров. - М. : Техносфера, 2009. - 358 с. : ил., [5] вкл. л. цв. ил. ; 25 см. - (Мир физики и техники). - Библиогр. в конце глав. - Предм. указ.: с. 345-358. - ISBN 978-5-94836-235-9. – (2 экз.)
- 4) **Шалаев А.А.** Основы физического материаловедения [Электронный ресурс] : учеб. пособие : в 2 ч. / А. А. Шалаев. - ЭВК. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9624-0883-5
- 5) **Фриш С. Э.** Оптические спектры атомов [Электронный ресурс] / С. Э. Фриш. - Москва : Лань, 2010. - 644 с. : ил., табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература) (Классическая учебная литература по физике / ред. совет : Ж.И.Алферов (пред.) [и др.]) (Лучшие классические учебники). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - Предм. указ.: с.637-640. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-8114-1143-6

**б) дополнительная учебная литература:**

- 6) **Летохов, В. С.** Нелинейная лазерная спектроскопия сверхвысокого разрешения [Текст] : научное издание / В. С. Летохов, В. П. Чеботаев. - М. : Наука, 1990. - 511 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 481-507. - ISBN 5-020-14040-6. – (2 экз.)
- 7) **Мальшев, В. А.** Основы квантовой электроники и лазерной техники [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / В. А. Мальшев. - М. : Высш. шк., 2005. - 543 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 536-539. - ISBN 5-06-004853-5. – (1 экз.)
- 8) **Р.Пантел, Г.Путхоф.** Основы квантовой электроники. – М. «Мир», 1972.
- 9) **Ахманов С.А.** Методы нелинейной оптики в спектроскопии рассеяния света: активная спектроскопия рассеяния света [Текст] : научное издание / С. А. Ахманов, Н. И. Коротеев. - М. : Наука, 1981. - 543 с. : ил. ; 21 см. - (Современные проблемы физики). - Библиогр.: с. 513-539. – (3 экз.)
- 10) **Манькин, Э.А.** Оптическая эхо-спектроскопия [Текст] : научное издание / Э. А. Манькин, В. В. Самарцев ; отв. ред. С. А. Ахманов ; АН СССР, Казан. фил., Казан. физ.-техн. ин-т. - М. : Наука, 1984. - 270 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 244-268. – (2 экз.)
- 11) **Л.Аллен, Дж.Эберли.** Оптический резонанс и двухуровневые атомы. - М., 1978.
- 12) **Ельяшевич, М. А.** Атомная и молекулярная спектроскопия [Текст] / М. А. Ельяшевич. - М. : КомКнига, 2006 - . - 21 см. – [Ч.2] : Атомная спектроскопия - 3-е изд. - 2006. - 415 с. : ил. - Предм. указ.: с.404-415 . - ISBN 5-484-00686-4. – (1 экз.)



**в) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", полезных для освоения дисциплины**

- 13) ИБ ИГУ <http://library.isu.ru/ru>
- 14) ЭЧЗ «Библиотех» <https://isu.bibliotech.ru/>
- 15) ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- 16) ЭБС «Рукопт» <http://rucont.ru>
- 17) ЭБС «Айбукс» <http://ibooks.ru>
- 18) В системе образовательного портала ИГУ (<http://educa.isu.ru/>) размещены методические материалы и задания.

## **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование:**

Практические и лекционные занятия по данной дисциплине проводятся в учебной аудитории по расписанию.

Лабораторное оборудование:

*Лазерные элементы, пассивные насыщающиеся лазерные затворы, ионные кристаллы, активированные ионные кристаллы, монокристаллы с центрами окраски. Экскурсия в Иркутский филиал Института лазерной физики СО РАН для ознакомления с экспериментальной техникой лазерной спектроскопии, с пикосекундными, наносекундными и непрерывными лазерными источниками, конфокальным сканирующим флуоресцентным микроскопом с пикосекундным временным разрешением, системами время-коррелированного счета фотонов на базе лавинных фотодиодов, абсорбционными спектрофотометрами и УФ-ИК спектрофлуориметрами.*

На факультете имеется компьютеризированная аудитория с неограниченным доступом в Интернет и стандартным программным обеспечением с возможностью просмотра презентаций и других материалов по курсу (в рамках самостоятельной работы студентов) и обработки экспериментальных данных в стандартных программах для построения графиков, таблиц и проведения расчётов (в рамках лабораторного практикума).

### **6.2. Программное обеспечение:**

Стандартные сервисы сети Интернет, стандартные средства просмотра презентаций и других материалов по курсу, стандартные программы для построения графиков, таблиц и проведения расчётов.

### **6.3. Технические и электронные средства:**

Для проведения практических и лекционных занятий в качестве демонстрационного оборудования используются проектор, экран и меловая доска. Используются современные образовательные технологии: информационные (лекции и презентации в Power Point), проектные (мультимедиа, видео, документальные фильмы). Использование глобальной компьютерной сети позволяет обеспечить доступность Интернет-ресурсов и реализовать самостоятельную работу студентов, в ходе которой они могут вычитывать научные статьи по темам курса. На лекциях могут использоваться мультимедийные средства: проектор (CASIO XJ-A241), переносной экран (Classic Solution, T195x195/1MW-LU/B), ноутбук Lenovo B590. На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет.

## **VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Классические лекционные и практические занятия, экспресс-опросы.

## **VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Фонд оценочных средств (ФОС) представлен в приложении.

### **Оценочные материалы для входного контроля:**

Проводится опрос на первом занятии.

### **Оценочные материалы текущего контроля:**

Содержание учебного материала разделено на дидактические единицы (ДЕ) – предметные темы, подлежащие обязательному изучению и усвоению в процессе обучения. Учитывается промежуточная аттестация по итогам самостоятельной работы, предусмотренной программой курса.

### **Оценочные материалы для промежуточной аттестации:**

*Примерный список вопросов к зачету:*

- 1) Линейный и нелинейный режимы взаимодействия лазерного излучения с веществом.
- 2) Режимы самофокусировки и филаментации.
- 3) Генерация плазмы.
- 4) Механизмы дефектообразования.
- 5) Современные приложения и перспективы.
- 6) Трехмерное пятно Эри.
- 7) Механизм конфокального микроскопа. Типы, специфика, решаемые научные задачи.
- 8) Мультиплексирование. Визуализация нескольких различных флуорофоров в одном образце; одновременная визуализация нескольких процессов.
- 9) Конфокальная люминесцентная сканирующая лазерная микроспектроскопия одиночных молекул и центров окраски.
- 10) Флуктуирующая флуоресценция одиночных центров окраски в кристаллах.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 Физика.

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*



**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Иркутский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)  
Факультет (институт) Физический факультет  
Кафедра Общей и экспериментальной физики**

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине ФТД.01 Дополнительные главы лазерной физики  
направление подготовки 03.04.02 Физика  
направленность (профиль) Физика материалов твердотельной  
электроники и фотоники**

Одобен  
УМК физического факультета  
Протокол № 42 от «15» апреля 2024 г.

**Председатель:** д.ф.-м.н., профессор  
Н.М. Буднев



Разработан в соответствии с приказом от 7 августа 2020 г. № 914 об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура по направлению подготовки 03.04.02 физика с учетом требований проф. стандартов  
40 - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности  
40.011 - Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам

**Разработчик:**

д.ф.-м.н. профессор Е.Ф. Мартынович

## ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**Наименование дисциплины (модуля)** ФТД.01 Дополнительные главы лазерной физики

**Направление подготовки** 03.04.02 Физика

**Направленность (профиль) подготовки** Физика материалов твердотельной электроники и фотоники

**Квалификация выпускника** магистр

**Форма обучения** очная

### 1. Компетенции (индикаторы компетенций), формируемые в процессе изучения дисциплины (курс 2 семестр 3):

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-3:	Способен проводить анализ новых направлений исследований и опытно-конструкторских разработок в соответствующей области знаний.	<p>Знать: Актуальные современные направления исследований и опытно-конструкторские разработки в области лазерной физики.</p> <p>Уметь: Проводить анализ новых направлений исследований и опытно-конструкторских разработок в области лазерной физики.</p> <p>Владеть: методами исследований и опытно-конструкторских разработок в области лазерной физики.</p>

## 2. Текущий контроль

### 2.1. Программа оценивания контролируемой компетенции ПК-1

Тема или раздел дисциплины	Код индикатора компетенции	Планируемый результат	Критерий оценивания	Наименование ОС <sup>2</sup>	
				ТК <sup>3</sup>	ПА <sup>4</sup>
<b>Раздел 1</b>	<b>ПК - 3</b>	Знает: основные физические методики, основанные на принципах линейного и нелинейного режимов взаимодействия лазерного излучения с веществом. Умеет: Проводить простейшие измерения методом конфокальной люминесцентной сканирующей лазерной микроспектроскопии. Владеет: методами обработки данных, полученных с помощью конфокального сканирующего микроскопа.	См. «Вопросы для собеседования»; «Тестовые задания»	Экспресс-опрос. Собеседование	Тест 1
<b>Раздел 2</b>			См. «Вопросы для собеседования»; «Тестовые задания»	Экспресс-опрос. Собеседование	Тест 2

## 2.2. Характеристика оценочных материалов для обеспечения текущего контроля по дисциплине

Код индикатора компетенции	Планируемый результат	ОС <sup>2</sup>	Содержание задания/вопроса и т.д.
<b><i>ПК - 3</i></b>	Знает:	Экспресс-опрос. Собеседование	См. «Вопросы для собеседования»
<b><i>ПК - 3</i></b>	Умеет:	Экспресс-опрос. Собеседование	См. «Вопросы для собеседования»
<b><i>ПК - 3</i></b>	Владеет:	Экспресс-опрос. Собеседование	См. «Вопросы для собеседования»

### **3.3 Оценочные материалы (средства), обеспечивающие диагностику сформированности компетенций (или индикаторов компетенций), заявленных в рабочей программе дисциплины (модуля)**

*В этом разделе могут быть представлены зачётно-экзаменационные материалы, содержащие комплекты вопросов (заданий) для зачёта и экзаменационных билетов для экзамена, а также критерии формирования оценок. Решением кафедры в состав экзаменационных билетов для экзамена или заданий к зачёту вместо вопросов, задач/заданий, могут включаться тесты и иные КИМ, применение которых позволит оценить уровни сформированности компетенций у студентов.*

*Обратите внимание! Данный раздел содержит только тот материал, который используется автором при проведении промежуточной аттестации (зачет или экзамен) по дисциплине (модулю) и указан в его рабочей программе.*



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное**  
**бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования**

«Иркутский государственный  
 университет»  
**(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**  
**Физический факультет**

### **Вопросы для собеседования**

#### **Раздел 1. Нелинейное взаимодействие интенсивного лазерного излучения с прозрачными средами**

1. Линейный и нелинейный режимы взаимодействия лазерного излучения с веществом.
2. Режимы самофокусировки и филаментации лазерного излучения
3. Генерация плазмы.
4. Механизмы дефектообразования.
5. Современные приложения и перспективы развития нелинейной фотоники.

#### **Раздел 2. Конфокальная люминесцентная сканирующая лазерная микроспектроскопия с временным разрешением**

6. Трехмерное пятно Эри.
7. Механизм конфокального микроскопа. Типы, специфика, решаемые научные задачи.
8. Мультиплексирование. Флуорофоры. Визуализация нескольких различных флуорофоров в одном образце; одновременная визуализация нескольких процессов.
9. Исследование морфофункциональных особенностей биологических объектов при помощи конфокальной лазерной сканирующей микроспектроскопии
10. Конфокальная люминесцентная сканирующая лазерная микроспектроскопия одиночных молекул и центров окраски.
11. Флуктуирующая флуоресценция одиночных центров окраски в кристаллах.

Педагогический работник \_\_\_\_\_ Е.Ф. Мартынович

(подпись)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Гаврилюк

(подпись)

«26» марта 2024 г.

#### **Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если верно отвечает на 3 вопроса;
- оценка «хорошо» - правильный ответ на 2 вопроса и общий ответ на 1 вопрос;

- оценка «удовлетворительно» - общий ответ на заданные вопросы, отсутствие конкретики при понимании механизмов, лежащих в основе;

- оценка «неудовлетворительно» - полное отсутствие понимания общих базовых механизмов;

оценка «зачтено» выставляется студенту, если дан ответ, достойный оценок «отлично»-«удовлетворительно»;

оценка «не зачтено» выставляется студенту, если дан ответ, достойный оценки «неудовлетворительно».



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«Иркутский государственный  
университет»  
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)  
Физический факультет

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

### Тест №1 (пример)

Тестовое комплексное задание для контроля знаний по дисциплине **ФТД.01**  
**Дополнительные главы лазерной физики**

*Инструкция:*

Прежде чем приступить к выполнению тестового задания, внимательно прочитайте вопросы. Если Вы затрудняетесь ответить на вопрос, переходите к следующему, но не забудьте вернуться к пропущенному заданию.

Время выполнения теста – 45 мин.

Каждый правильный ответ на вопрос блока А оценивается в 1 балл;

Каждый правильный ответ на вопрос блоков Б и В – 1,5 балла;

Каждый правильный ответ на вопрос блоков Г и Д – 2 балла.

#### **БЛОК А.**

*Выберите один правильный ответ и обведите его кружком:*

**1.** Акроним laser расшифровывается:

- а) Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
- б) Light Admission by Stimulated Emission of Radiation
- в) Light Admission by Stimulated Emission of Reduction

**2.** Наличие третьего уровня энергии в работе лазера объясняется необходимостью

- а) создания равновесия между числом возбуждённых и невозбуждённых атомов;
- б) создание большего числа возбуждённых атомов и меньшего невозбуждённых атомов;
- в) создание меньшего числа возбуждённых атомов и большего невозбуждённых атомов.

**3.** Какой переход в трёхуровневой системе (рис.1) называется «метастабильным»?

- а) 1;
- б) 3;
- в) 2;

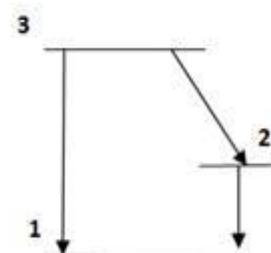


Рис.1

4. К какому виду лазеров относятся эксимерные лазеры?

- а) твердотельные;
- б) газовые;
- в) полупроводниковые;
- г) лазеры на свободных электронах

5. Назначением полупроводникового лазера в принтере является...

- а) перенос изображения на бумагу;
- б) распределение статистического заряда;
- в) изменение электрического заряда в точке прикосновения;
- г) нанесение тонера на бумагу.

#### **БЛОК Б.**

*Выберите все правильные ответы и обведите их кружком:*

6. Укажите свойства лазера

- а) Лучи лазера некогерентны;
- б) Лазеры способны создавать пучки света с очень малым углом расхождения;
- в) Лазер обладает большой мощностью излучения;
- г) Свет лазера обладает монохроматичностью.

#### **БЛОК В.**

*Допишите определение*

7. Оптический квантовый генератор – это – устройство, в котором энергия \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, преобразуется в энергию электромагнитного поля - \_\_\_\_\_

8. Индуцированное излучение – это излучение \_\_\_\_\_ атомов под действием падающего на них \_\_\_\_\_.

#### **БЛОК Г.**

*Установите соответствие:*

9. Установите соответствие между учёными и открытиями:

- а) открытие явления индуцированного излучения;
- б) создание микроволнового генератора радиоволн;
- в) создание первого квантового генератора;

г) возможность использования явления вынужденного излучения для усиления волн;

1) Фабрикант 2) Мейман 3) Эйнштейн 4) Басов

**10.** Установите соответствие между переходами трёхуровневой системы и процессами (рис.1)

Переходы Процессы

а) излучение под действием электромагнитной волны

б) самопроизвольный переход без излучения

в) поглощение атомом светового кванта

Педагогический работник  \_\_\_\_\_ Е.Ф. Мартынович  
(подпись)

Заведующий кафедрой  \_\_\_\_\_ А.А. Гаврилюк  
(подпись)

**Разработчик:**

 \_\_\_\_\_ профессор Мартынович Е.Ф.

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики

Протокол № 7 от 26. 03.2024 г.

Зав. Кафедрой  Гаврилюк А.А.

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*

Ключ к тесту №1 (разрабатывается обязательно)

*Критерии оценивания теста:*

Отметка «5» ставится при правильном выполнении 90% заданий теста.

Отметка «4» ставится при правильном выполнении 60% заданий теста.

Отметка «3» ставится при правильном выполнении 35% заданий теста.

Отметка «2» ставится при правильном выполнении 15% заданий теста.

*Тест №1 Ключ к тесту №1 (разрабатывается обязательно)*

1 - а

2 - б

3 - в

4 - б

5 - в

6 - б, в, г

7 - Оптический квантовый генератор – это – устройство, в котором энергия тепловая, химическая преобразуется в энергию электромагнитного поля - лазерное излучение.

8 - Индуцированное излучение – это излучение возбуждённых атомов под действием падающего на них света.

9: а-3; б-4; в-2; г-1.

10: а-2; б-3; в-1.