

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ**

Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт физики

УТВЕРЖДАЮ

Директор института физики,
д.ф.-м.н., профессор

С.Б. Вениг

2021 г.

Рабочая программа дисциплины

Лазерные и нанотехнологии анализа и контроля биообъектов

Направление подготовки магистратуры

03.04.02 Физика

Профиль подготовки магистратуры

«Медицинская физика»

Квалификация (степень) выпускника

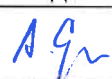
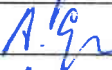

Магистр

Форма обучения

очная

Саратов,

2021 г.

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Скрипаль Ан.В.		5.10.21
Председатель НМК	Скрипаль Ан.В.		5.10.21
Заведующий кафедрой	Скрипаль Ан.В.		5.10.21
Специалист Учебного управления			5.10.21

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Лазерные и нанотехнологии анализа и контроля биообъектов» является формирование знаний, умений и навыков в области современных лазерных методов диагностики медико-биологических объектов, приборной основы этих методов, компьютерных методов анализа, применяемых при исследовании медико-биологических объектов.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Лазерные и нанотехнологии анализа и контроля биообъектов» относится к обязательным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1 «Дисциплины (модули)» и изучается магистрантами очной формы обучения Института физики СГУ, проходящими подготовку по направлению «Физика», профиль подготовки «Медицинская физика», в течение 3-го учебного семестра. Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные магистрантами знания по физике, математике, химии, биологии, квантовой и оптической электронике, компьютерным технологиям в научных исследованиях и подготавливает магистрантов к прохождению в 4 семестре учебной практики и выполнению выпускной квалификационной работы.

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
ПК-2. Способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования)	ПК-2.1. Способен подготовить исходные данные для математического описания физики процесса в заданной физической системе с учетом ее назначения и элементной (электронной, оптической) базы. ПК-2.2. Применяет методики проведения теоретических и экспериментальных физических исследований с помощью современной приборной базы, пакетов автоматизированного	Знать описание физики процесса в заданной физической системе с учетом основ анализа и контроля сложных медико-биологических объектов с помощью лазерной диагностической аппаратуры и принципы ее построения; Уметь составлять программы и находить варианты решения задач, используя пакеты автоматизированного проектирования Владеть навыками проведения теоретических и экспериментальных физических исследований с помощью современной приборной базы, пакетов автоматизированного

	проектирования.	проектирования
--	-----------------	----------------

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетные единицы, 180 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу магистрантов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лек	Лабораторные		Пр	СРС	
					Общая трудоемкость	Из них – практическая подготовка			
1.	Введение. Проблемы диагностики структуры и параметров сложных медико-биологических объектов	3	1-3	2	4	2	2	12	Опрос магистрантов
2.	Принцип работы лазеров	3	4-6	3	6	3	3	14	Опрос магистрантов
3.	Лазерные методы, применяемые в микроскопии медико-биологических структур	3	7-9	3	6	3	3	14	Опрос магистрантов
4.	Определение скорости и ускорения при микро- и	3	10-12	2	4	2	2	14	Опрос магистрантов

	наносмещениях объекта по интерференционному сигналу полупроводникового лазера								
5.	Лазерная интерферометрия расстояния при модуляции длины волны лазерного излучения	3	13-15	3	6	3	3	13	Опрос магистрантов
6.	Лазерные нанотехнологии анализа и контроля сложных медико-биологических объектов	3	16-18	3	6	3	3	13	Опрос магистрантов, контрольная работа, реферат
	Итого:	3		16	32	16	16	80	
	Промежуточная аттестация	3							Экзамен 36 ч
	Общая трудоемкость дисциплины			180					

Содержание дисциплины

1. Введение.

Проблемы диагностики структуры и параметров сложных медико-биологических объектов.

2. Принципы работы лазеров.

Принципы работы полупроводниковых лазеров на гетероструктурах и квантоворазмерных структурах.

Полупроводниковые автодины

Динамика излучения полупроводникового лазера с внешней оптической обратной связью

Автодинный сигнал в режиме стационарной генерации излучения полупроводникового лазера

3. Лазерные методы, применяемые в микроскопии медико-биологических структур

Методы оптической и лазерной микроскопии.

Принципы люминесцентной микроскопии

Люминесцентные лазерные сканирующие микроскопы

Лазерная конфокальная микроскопия.

Микроспектрофлуориметры и техника микроскопии комбинационного рассеяния

4. Определение скорости и ускорения при микро- и наносмещениях объекта по интерференционному сигналу полупроводникового лазера

Определение постоянной скорости движения объекта

Измерение скорости при наносмещениях по спектру автодинного сигнала

Формирование автодинного сигнала при поступательном движении объект
Спектральная обработка автодинного сигнала при поступательном движении
объекта

Результаты измерений линейного расширения нагреваемого образца

Определение ускорения равноускоренно движущегося объекта при микро- и
наносмещениях

5. Лазерная интерферометрия расстояния при модуляции длины волны лазерного излучения

Автодинная интерферометрия расстояния при треугольной модуляции длины
волны лазерного излучения

Автодинная интерферометрия расстояния при гармонической модуляции
длины волны лазерного излучения

Регистрация наноперемещений с помощью полупроводникового лазерного
автодина

6. Лазерные нанотехнологии анализа и контроля сложных медико- биологических объектов.

Лазерный контроль частоты и амплитуды биений сердца тест-объекта.

Диагностика параметров движений глазного яблока по спектру
интерференционного сигнала.

Лазерная диагностика амплитудно-частотных характеристик барабанной
перепонки.

Перечень лабораторных работ

1. Моделирование автодинного сигнала вибраций и его спектра.
2. Моделирование восстановления амплитуды микровибраций.
3. Моделирование восстановления амплитуды нанометровых вибраций.
4. Определение амплитуды колебаний барабанной перепонки *in vivo* по спектру автодинного сигнала полупроводникового лазера.

Подробное методическое сопровождение тем практических занятий имеется в
пособии : Усанов Д.А., Скрипаль Ал.В., Скрипаль Ан.В. Лазерные и
нанотехнологии анализа и контроля биообъектов. Учебное пособие. — Саратов,
2008. — 204 с. Электронное издание.
http://www.sgu.ru/sites/default/files/method_info/2014/autodin.pdf

Примерная тематика практических занятий

1. Принципы работы полупроводниковых лазеров на гетероструктурах и
квантоворазмерных структурах.
2. Принципы люминесцентной микроскопии
3. Определение скорости и ускорения при микро- и наносмещениях объекта по
интерференционному сигналу полупроводникового лазера
4. Лазерная интерферометрия расстояния при модуляции длины волны лазерного
излучения

5. Автодинная интерферометрия расстояния при гармонической модуляции длины волны лазерного излучения
6. Регистрация наноперемещений с помощью полупроводникового лазерного автодина

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

В преподавании дисциплины «Лазерные и нанотехнологии анализа и контроля биообъектов» используются следующие образовательные технологии:

- Информационно-коммуникационные технологии
- Исследовательские методы в обучении
- Проблемное обучение

В процессе обучения предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий: адресация аудитории вопросов и коллективный поиск ответов на них в форме дискуссий, встречи с известными специалистами и экспертами.

Ежегодно студентам рекомендуется посещение и участие в Ежегодной Всероссийской научной школе-семинаре «Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине».

Практическая подготовка при реализации данной дисциплины направлена на формирование практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы в процессе выполнения лабораторных работ, в ходе которых студенты овладевают навыками расчета, составления программ и решения задач по моделированию лазерных автодинных систем.

Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;
- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.
- использование индивидуальных графиков обучения
- использование дистанционных образовательных технологий

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы магистрантов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Самостоятельная внеаудиторная работа магистрантов по дисциплине проводится в течение всего учебного семестра и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к практическим занятиям, в выполнении заданий преподавателя, работе в компьютерном классе или библиотеке.

Рекомендуется:

- при подготовке к практическим занятиям тщательно изучать тему предстоящего занятия, задавать уточняющие вопросы преподавателю;
- задания, которые даются преподавателем во время занятий по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время зачета.

Перечень заданий самостоятельной работы при подготовке к практическим занятиям:

1. Моделирование автодинного сигнала вибраций и его спектра.
2. Моделирование восстановления амплитуды микровибраций.
3. Моделирование восстановления амплитуды нанометровых вибраций.
4. Определение амплитуды колебаний барабанной перепонки *in vivo* по спектру автодинного сигнала полупроводникового лазера.

При реализации программы дисциплины магистрантам предлагается подготовить реферат.

Примерный перечень предлагаемых тем рефератов:

1. Достижения лазерной конфокальной микроскопии.
2. Спектральная обработка автодинного сигнала при поступательном движении объекта.
3. Лазерная интерферометрия микро- и нанодвижений биообъектов.
4. Лазерный контроль частоты и амплитуды биений сердца тест-объекта.
5. Диагностика параметров движений глазного яблока по спектру интерференционного сигнала.
6. Лазерная диагностика амплитудно-частотных характеристик барабанной перепонки
7. Моделирование параметров микро- и нанодвижений по спектру лазерного интерференционного сигнала.

Рефераты выполняются под руководством преподавателя и должны содержать элементы литературного обзора по теме, анализа в соответствии с конкретной спецификой выбранной темы. Рефераты следует выполнять в течение всего семестра с периодическим обсуждением результатов с преподавателем.

В ходе освоения дисциплины в часы практических занятий студенты выполняют контрольную работу.

При подготовке к контрольной работе необходимо использовать пройденный материал и соответствующую учебно-методическую литературу.

Контрольная работа.

Вариант А.

1. Принцип работы полупроводникового лазерного автодина.
2. Метод определения абсолютного расстояния до неподвижного объекта.

Вариант Б.

1. Принцип формирования автодинного сигнала при токовой модуляции лазерного диода.
2. Метод определения амплитуды вибраций по низкочастотному спектру лазерного автодина.

При выполнении контрольной работы студент должен продемонстрировать знания по основным положениям пройденных тем.

Результаты выполнения контрольной работы учитываются при проведении промежуточной аттестации студентов.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

1. Микроскопия медико-биологических структур высокого разрешения.
2. Лазерная конфокальная микроскопия.
3. Спектральная обработка автодинного сигнала при поступательном движении объекта.
4. Люминесцентная микроскопия.
5. Многочастотная спектроскопия расстояний и наносмещений.
6. Лазерная интерферометрия медико-биологических структур.
7. Спектральный анализ интерференционного сигнала.
8. Формирование лазерного интерференционного сигнала при микро- и нановибрациях
9. Расчет параметров микро- и нанодвижений по спектру интерференционного сигнала.
10. Лазерный контроль частоты и амплитуды биений сердца тест-объекта.
11. Диагностика параметров движений глазного яблока по спектру интерференционного сигнала.
12. Лазерная диагностика амплитудно-частотных характеристик барабанной перепонки.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
3	10	20	20	10	0	10	30	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

3 семестр

Лекции

Посещаемость, активность – от 0 до 10 баллов

Лабораторные занятия

Техническая грамотность при выполнении лабораторных работ – от 0 до 5 баллов

Оформление отчётов по лабораторным работам в соответствии с установленными требованиями – от 0 до 5 баллов

Степень раскрытия материала при отчёте по лабораторным работам – от 0 до 10 баллов

Практические занятия:

Корректность выполнения заданий – от 0 до 20 баллов

Самостоятельная работа

Выполнение заданий на самостоятельную работу – от 0 до 10 баллов

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности:

Контрольная работа - от 0 до 10 баллов.

Промежуточная аттестация (экзамен) – от 0 до 30 баллов

Экзамен проводится в устной форме и предполагает ответ на 2 вопроса билета.

При проведении промежуточной аттестации

ответ на «отлично» оценивается от 21 до 30 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 11 до 20 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 6 до 10 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 5 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 3 семестр по дисциплине «Лазерные и нанотехнологии анализа и контроля биообъектов» составляет 100 баллов.

Таблица 2.1 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Лазерные автодинные технологии для анализа нано-и биомедицинских систем» в оценку (зачет):

86 - 100 баллов	«отлично»
70 - 85 баллов	«хорошо»
50 - 69 баллов	«удовлетворительно»
меньше 50 баллов	«неудовлетворительно»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) литература:

1. Медицинские аспекты использования лазерных технологий : учебное пособие / Т. А. Ермолина, Н. А. Мартынова, О. Е. Карякина, А. В. Красильников. — Архангельск : САФУ, 2014. — 167 с. — ISBN 978-5-261-00883-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/96568> (дата обращения: 11.02.2022).
2. Степанов Е. В. Диодная лазерная спектроскопия и анализ молекул-биомаркеров - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 416 с. (в ЗНБ СГУ 8 экз.)
3. Тучин В. В. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 488 с. (в ЗНБ СГУ 21 экз.)
4. Усанов Д.А., Скрипаль А.В. Полупроводниковые лазерные автодины для измерения параметров движения при микро- и наносмещениях: монография ; Саратов. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского. - Саратов : Издательство Саратовского университета, 2014. – 134 с. (в НБ СГУ 6 экз.)
5. Физика полупроводниковых радиочастотных и оптических автодинов / Д. А. Усанов, А. В. Скрипаль, А. В. Скрипаль. - Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2003. – 308 с. (в ЗНБ СГУ 8 экз.)
6. Оптическая биомедицинская диагностика: учеб. пособие : в 2 т. : пер. с англ. / под ред. В. В. Тучина. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. Т. 1. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – Т.1. 559 с. Т.2. 364 с. **Гриф МО** (в ЗНБ СГУ 55 экз.)
7. Медицинские аспекты использования лазерных технологий : учебное пособие / Т. А. Ермолина, Н. А. Мартынова, О. Е. Карякина, А. В. Красильников. — Архангельск : САФУ, 2014. — 167 с. — ISBN 978-5-261-00883-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/96568> (дата обращения: 11.02.2022). —
8. Оптоэлектроника и нанофотоника: учебное пособие / А. Н. Игнатов. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2011. – 538 с. (в НБ СГУ 12 экз.)
9. Розеншер, Э. Оптоэлектроника / Э. Розеншер, Б. Винтер ; пер. с фр. под ред. О. Н. Ермакова. - 2-е изд., испр. - М. : Техносфера, 2006. - 588 с. (в НБ СГУ 14 экз.)
10. Принципы лазеров = Principles of Lasers / О. Звелто ; пер. с англ. Д. Н. Козлова, С. Б. Созинова, К. Г. Адамович ; под науч. ред. Т. А. Шмаонова. - 4-е изд. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2008. – 719 с. (в НБ СГУ 2 экз.)

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Windows XP Prof
2. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations
3. Microsoft Office профессиональный 2010
4. Каталог образовательных Интернет-ресурсов (<http://window.edu.ru>)
5. Зональная научная библиотека им. В.А. Артисевич Саратовского государственного университета им. Н.Г.Чернышевского. – Режим доступа: <http://library.sgu.ru/>
6. Усанов Д.А., Скрипаль Ал.В., Скрипаль Ан.В. Лазерные автодинные технологии для анализа нано- и биомедицинских систем. Учебное пособие. — Саратов, 2013. — 204 с. Электронное издание. Режим доступа: http://www.sgu.ru/sites/default/files/method_info/2014/autodin.pdf (дата обращения 26.08.21.)
13. Усанов Д.А, Скрипаль А.В., Добдин С.Ю. Автодинная регистрация амплитуд микро- нановибраций – Учебно-методическое пособие: лабораторная работа, 2013. 12 с. Электронное издание. Режим доступа: http://www.sgu.ru/sites/default/files/method_info/2014/avtodin_2.pdf (дата обращения 26.08.21).

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Практические занятия по дисциплине «Лазерные и нанотехнологии анализа и контроля биообъектов» проводятся в аудиториях, оснащенных современным лабораторным оборудованием, компьютерной техникой и демонстрационными материалами.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки магистратуры 03.04.02 Физика с учетом профиля подготовки «Медицинская физика».

Автор:

Зав. кафедрой медицинской физики
профессор, д.ф.-м.н.
А.В. Скрипаль

Программа одобрена на заседании кафедры медицинской физики от 5 октября 2021 г., протокол № 2.