

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

УТВЕРЖДАЮ
Декан института физики
д.ф.-м.н., проф. А.Б. Вениг
"24" 05 2022 г.



Рабочая программа дисциплины

Лазеры и волоконные световоды в биофизических исследованиях

Направление подготовки
03.03.02 Фзика

Профиль подготовки
Физика живых систем

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Саратов,
2022

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Акчурин Гариф Газизович		23.05.2022
Председатель НМК	Скрипаль Анатолий Владимирович		24.05.2022
Заведующий кафедрой	Тучин Валерий Викторович		24.05.2022
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины **«Лазеры и волоконные световоды в биофизических исследованиях»** состоят в обеспечении студентов знаниями и навыками в области математических и естественно-научных знаний, связанных с одним из основных направлений современной когерентной оптики- физики лазеров и волоконной оптики, в выработке практических навыков решения физических проблем в области лазерной физики и ее практических применений таких как биомедицинская лазерная диагностика, в получении высшего профессионально профилированного образования в области лазерной физики и оптических световодов, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности в РФ и за рубежом, обладать универсальными и предметно специализированными компетенциями, способствующими его социальной мобильности, востребованности на рынке труда и успешной профессиональной карьере.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина **«Лазеры и волоконные световоды в биофизических исследованиях»** относится к вариативной части блока (Б1.В.ДВ.05.01), является дисциплиной по выбору. Дисциплина **«Лазеры и волоконные световоды в биофизических исследованиях»** в рамках учебного плана следует за взаимосвязанными с нею дисциплинами профессионального цикла профиля **Физика живых систем** такими как «Классическая и квантовая механика в биофизике», а также основной дисциплины «Оптика» базовой (общепрофессиональной) части профессионального цикла. Дисциплина **«Лазеры и волоконные световоды в биофизических исследованиях»** призвана формировать знания в области теории когерентных оптических систем лежащих в основе современных методов диагностики в биологии и медицины.

При освоении данной дисциплины необходимы знания по следующим разделам общего курса физики: электричество и магнетизм, колебания и волны, волновая оптика, а также математики: математический анализ, аналитическая геометрия, теория функций комплексного переменного, дифференциальные уравнения.

Студенты должны иметь навыки самостоятельной работы с учебными пособиями и монографической учебной литературой, умение решать физические задачи, требующие применения дифференциального и интегрального математического аппарата, умение производить приближенные преобразования аналитических выражений, навыки работы на компьютере с математическими пакетами программ (например, MathCad, MathLab, Mathematics), графическим (например, Microcal Origin), графическим для схемных решений (например, CorelDraw) и текстовыми (например, MS Word, MS Excel) редакторами, умение программировать (например, в среде MS Quick BASIC) и использовать численные методы решения физических задач, иметь навыки работы на физических экспериментальных установках, умение оформления результатов экспериментов с использованием графического материала и с оценкой погрешностей измерений.

Знания, полученные при освоении дисциплины **«Лазеры и волоконные световоды в биофизических исследованиях»** необходимы при освоении дисциплин профессионального цикла профиля **«Физика живых систем»**, «Основы фотомедицины», «Спецпрактикум-2. Оптические когерентные методы измерений», «Оптика наночастиц и нанобъектов», «Интроскопия в биологии и медицине».

Дисциплин **«Лазеры и волоконные световоды в биофизических исследованиях»** базируется на общности теоретических методов исследований в когерентной оптике с одной стороны, и в радиофизике, теории связи, с другой стороны. Поэтому данная

дисциплина тесно связана с такими дисциплинами (Б.2) как «Теория случайных процессов и полей» и «Колебания и волны».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Лазеры и волоконные световоды в биофизических исследованиях»

3.1 Требования к результатам освоения ООП

Результаты освоения ООП определяются приобретаемыми выпускником компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

3.2 Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	1.1_Б.УК-1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи. 2.1_Б.УК-1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи. 3.1_Б.УК-1. Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. 4.1_Б.УК-1. Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности. 5.1_Б.УК-1. Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.	Знать основные механизмы действия света на биологические системы разных уровней организации в соответствии с современными представлениями; основные правила поиска и анализа литературы на заданную тему. Уметь применять интегральный подход к анализу фотобиологических эффектов на разных уровнях их проявлений на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики. Владеть навыками анализа фотобиологических реакций на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные	1.1_Б.УК-2. Формулирует в рамках поставленной цели проект совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее	Знает: методику планирования эксперимента, подготовки экспериментального материала, проведения

<p>способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач. 2.1_Б.УК-2. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений. 3.1_Б.УК-2. Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время 4.1_Б.УК-2. Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта.</p>	<p>измерений с помощью современного оборудования, обработки результатов и их представления. Умеет: планировать эксперимент, готовить экспериментальный материал, проводить измерения с помощью современного оборудования, обрабатывать результаты и представлять их на обсуждение. Владеет: планирования эксперимента, подготовки экспериментального материала, проведения измерений с помощью современного оборудования, обработки результатов и их представления.</p>
--	---	---

В результате освоения дисциплины «Лазеры и волоконные световоды в биофизических исследованиях» должны формироваться в определенной части следующие компетенции:

профессиональные (УК):

- способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке) (УК-1);
- способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей (УК-2);
- способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (УК-2);
- способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией (УК-2);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

•Знать:

- Основы полуклассической теории лазеров;
- Теоретические основы взаимодействия резонансного излучения с неравновесной средой веществом, состоящей из атомов, молекул, кристаллов, включая полупроводники
- Основы теории открытых оптических резонаторов;
- Основные понятия когерентности оптических полей, когерентные свойства оптических полей и теорию использования Фурье-преобразования в описании когерентных свойств оптических полей;

- Области применения методов лазерной физики и ее приложениях в лазерных измерениях, системах формирования изображений, в биомедицинских диагностических приложениях лазерных методов и систем.

•Уметь:

- излагать и критически анализировать основные положения полуклассической теории лазеров;
- теории оптических резонаторов, рассчитывать расходимость лазерных пучков и размеры пучков на зеркалах;
- пользоваться теоретическими основами Фурье-оптики, нелинейной оптики и оптической спектроскопии для измерения основных параметров лазерного излучения, включая когерентные, спектральные и поляризационные свойства излучения.

•Владеть:

- методами Фурье-оптики, теории излучения и спектроскопии для теоретического анализа когерентности лазерных полей и их преобразования оптическими системами;
- методами расчета оптических резонаторов и световодов;
- практическими навыками экспериментальной работы с газовыми, твердотельными и полупроводниковыми лазерами и умением управления параметрами излучения и оптическими световодами.

4. Структура и содержание дисциплины «Лазеры и волоконные световоды в биофизических исследованиях»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 часов.

4.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины	Се м е ст р	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				4	2		СР6	
1	Газовые лазеры-атомарные, молекулярные ионные,	6	1-3	4	2		СР6	УО-1
2	Твердотельные лазеры, полупроводниковые лазеры	6	3-6	4	2		СР6	
3	Открытые оптические резонаторы, типы резонаторов, устойчивость	6	6-8	4	2		СР6	

4	Одночастотный и многочастотные режимы генерации лазеров. Методы синхронизация мод в лазерах	6	8-11	6	2		СР4	УО-1
5	Основные свойства оптических волокон, Числовая апертура, потери, многомодовые и одномодовые волокна.	6	11-13	8	2		СР4	УО-1
	Текущий контроль							ПР-4
6	Волоконно-оптический ОМА; Лазерный Раман конфокальный томограф	6	13-14	4	2		СР4	
7	Лазерный конфокальный томограф. ОСТ	6	14-15	4	4		СР6	
	Итого по всему курсу:		72	34			38	зачет

4. Структура и содержание дисциплины «Лазеры и волоконные световоды в биофизических исследованиях»

4.2. Содержание дисциплины

1. Газовые лазеры. Принцип действия. Одночастотный и многочастотный режим генерации лазеров. Число возбуждаемых продольных мод. Конкуренция мод. Когерентность лазерного излучения.

Особенности применения в диагностической и низкоэнергетической медицине.

2. Ионные лазеры и лазеры на парах металлов. Ионный аргоновый лазер и гелий-кадмиевый лазер. Механизмы создания инверсии. Особенности применения в офтальмологии.

3. Молекулярные лазеры. Особенности спектральных характеристик.

Азотный лазер. Экимерные лазеры.

Применения в лазерной хирургии, онкологии, офтальмологии

4. Твердотельные лазеры. Особенности спектральных, динамических и энергетических характеристик лазеров на алюмо-иттриевом гранате с неодимом на титан сапфире и рубине. Твердотельные лазеры с диодной накачкой. Методы активной синхронизации мод. Генерация оптических импульсов. Связь длительности импульсов с шириной линии излучения.

Применение в биомедицинской диагностике и медицине, включая хирургии, онкологии, офтальмологии

5. Полупроводниковые лазеры. Применение в фотодинамической и фототермической терапии.

6. Пространственная и временная когерентность излучения лазеров.

Одночастотные и многочастотные режимы. Методы измерения пространственной и временной когерентности. Лазерные интерферометры.

Типичные значения длины когерентности лазеров и спонтанного излучения атомов или молекул в газообразном состоянии и конденсированных средах.

Принцип действия и устройство низко-когерентных оптических томографов.

7. Основные свойства оптических волокон, Числовая апертура, потери, многомодовые и одномодовые волокна. Медицинские волоконные световоды и облучатели биотканей.

8. Биомедицинские волоконно-оптические датчики и зонды.
Волоконно-оптический ОМА. Лазерный офтальмологический конфокальный томограф HRT II. Лазерный рамановский конфокальный томограф. Лазерный флуоресцентный конфокальный томограф.
9. Волоконно-оптический низко-когерентный томограф. Поляризационный ОСТ. Спектральный 3D ОСТ.
Особенности применения 3D ОСТ в офтальмологии.

Специальный оптический практикум: ФИЗИКА ЛАЗЕРОВ И СВЕТОВОДОВ

Лабораторная работа № 1. Спектр излучения полупроводникового лазера в зависимости от параметра превышения усиления над потерями.

Лабораторная работа № 2. Спектр излучения He-Ne газового лазера в многомодовом и одномодовом многочастотном режиме.

Лабораторная работа № 3. Оптический спектр твердотельного лазера с диодной накачкой и генератором второй гармоники.

Лабораторная работа № 4. Лазерный гауссов пучок.

Лабораторная работа № 5. Высшие поперечные моды в лазерных резонаторах.

Лабораторная работа № 6. Поляризационные и пространственные характеристики лазерного диода.

Лабораторная работа № 7. Временная когерентность лазерного диода в одночастотном и многочастотном режиме.

Лабораторная работа № 8. Временная когерентность He-Ne газового лазера и ее связь оптическим спектром излучения.

Лабораторная работа № 9. Измерение основных параметров одномодового световода при исследовании расходимости гауссова пучка.

Лабораторная работа № 10. Поляризационные и пространственные характеристики одномодовых и многомодовых световодов.

Лабораторная работа № 11. Измерение модовой дисперсии в мало и многомодовых оптических световодах и фотонных кристаллах при зондировании лазерным излучением с управляемой когерентностью.

Лабораторная работа № 12. Измерение модовой дисперсии в многомодовых оптических волокнах лазерами с перестраиваемой частотой.

5. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «**Лазеры и волоконные световоды в биофизических исследованиях**» используются следующие виды учебных занятий: лекции, консультации, практические занятия - лабораторные работы, контрольные работы, самостоятельные работы.

В рамках лекционных занятий предусмотрены активные формы учебного процесса: разбор конкретных ситуаций, натурные демонстрации и обсуждение наблюдаемых оптических явлений и эффектов, компьютерные демонстрации с использованием современных цифровых систем изобразительной техники.

В рамках практических лабораторных занятий предусмотрены: детальный разбор физических основ основных разделов лекционного курса с решением физических задач по основным разделам содержания дисциплины, выполнением лабораторных работ и выполнением контрольных работ по всем разделам.

Доля аудиторных практических лабораторных занятий составляет 50% всех аудиторных занятий по дисциплине «**Лазеры и волоконные световоды в биофизических исследованиях**».

Особенности образовательных технологий для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Выбор методов обучения определяется содержанием дисциплины, уровнем профессиональной подготовки преподавателя, методического и материально-технического обеспечения, особенностями восприятия учебной информации студентами-инвалидами и студентами с ограниченными возможностями здоровья и т.д.

Для слабовидящих студентов в лекционных и учебных аудиториях должна быть предусмотрена возможность просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра. Для чтения учебно-методической литературы необходимо предусмотреть наличие электронных луп. При необходимости должна быть предусмотрена возможность записи лекций на диктофон.

Слабослышащие студенты должны получать дополнительную информацию по дисциплине из видеоматериалов, подготовленных преподавателем (см. п.8 в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 30 процентов аудиторных занятий. Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов не могут составлять более 40 процентов аудиторных занятий.

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

Виды самостоятельной работы студента

Виды самостоятельной работы студента:

- изучение теоретического материала по конспектам лекций и рекомендованным учебным пособиям, монографической учебной литературе;
- самостоятельное изучение некоторых теоретических вопросов, выделенных в программе дисциплины, нерассмотренных на лекциях;
- выполнение комплекса заданий теоретического характера, расчетных и графических по всем разделам дисциплины;

Порядок выполнения и контроля самостоятельной работы студентов:

- предусмотрена еженедельная самостоятельная работа обучающихся по изучению теоретического лекционного материала; контроль выполнения этой работы предусмотрен на практических занятиях по данной дисциплине;
- самостоятельное изучение некоторых теоретических вопросов, выделенных в программе дисциплины и нерассмотренных на лекциях предусматривается по мере изучения соответствующих разделов, в которых выделены эти вопросы для самостоятельного изучения; контроль выполнения этой самостоятельной работы предусмотрен в рамках промежуточного контроля – экзамена по данной дисциплине;
- выполнение и письменное оформление комплекса заданий теоретического характера, расчетных и графических по основным разделам дисциплины предусмотрено еженедельно по мере формулировки этих заданий на лекциях; предусматривается письменное выполнение этой самостоятельной работы с текстовым, включая формулы, и графическим оформлением; контроль выполнения этой самостоятельной работы

предусмотрен при завершении изучения дисциплины по представленному в печатном виде отчету по этому виду самостоятельной работы;

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля:

1. Лазер как оптический генератор. Механизм генерации. Ширина линии излучения лазера.
2. Методы измерения временной и пространственной когерентности. Длина когерентности суперлюминесцентного и лазерного диода.
3. Особенность временной и пространственной когерентности лазеров в одночастотном и многочастотном режиме.
4. Диапазон частотной перестройки лазеров при изменении длины резонатора.
5. Виды оптических волноводов, условия полного внутреннего отражения.
6. Возбуждение оптических волноводов, числовая апертура. Одномодовые и многомодовые световоды.
7. Анизотропные одномодовые световоды и их применение в оптических интерферометрах и оптических томографах.
8. Особенности спектральных характеристик газовых лазеров, твердотельных и полупроводниковых используемых в биомедицинских датчиках.

Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (перечень экзаменационных вопросов для экзамена по дисциплине «Лазеры и волоконные световоды в биофизических исследованиях»)

Экзаменационный билет № 1

Гелий-неоновый лазер. Механизм создания инверсии. Когерентность. Применение для анализа кровотока.

Экзаменационный билет № 2

Ионный аргоновый лазер и гелий-кадмиевый лазер. Механизмы создания инверсии. Особенности применения в офтальмологии.

Экзаменационный билет № 3

Методы активной синхронизации мод. Генерация нано и фемто секундных оптических импульсов. Применение в офтальмологии и лазерной хирургии.

Экзаменационный билет № 4

Молекулярные лазеры. Особенности спектральных характеристик. Азотный лазер. Экимерные лазеры. Применения в лазерной хирургии, онкологии, офтальмологии

Экзаменационный билет № 5

Твердотельные лазеры. Особенности спектральных, динамических и энергетических характеристик лазеров на алюмо-иттриевом гранате с неодимом на титан сапфире и рубине. Применение в биомедицинской диагностике и медицине, включая хирургии, онкологии, офтальмологии

Экзаменационный билет № 6

Полупроводниковые лазеры. Применение в фотодинамической и фототермической терапии.

Экзаменационный билет № 7

Пространственная и временная когерентность излучения лазеров. Флуктуации мощности и частоты излучения лазеров. Лазерные и волоконно-оптические датчики.

Экзаменационный билет № 8

Основные свойства оптических волокон, Числовая апертура, потери, многомодовые и одномодовые волокна. Применение в медицине.

Экзаменационный билет № 9

Лазерный Рамановский конфокальный томограф. Лазерный конфокальный томограф. Лазерный флуоресцентный конфокальный томограф.

Экзаменационный билет № 10

Биомедицинские волоконно-оптические датчики и зонды. Волоконно-оптический ОМА.

11

Экзаменационный билет № _____

Волоконно-оптический низко-когерентный томограф. Поляризационный ОСТ. Спектральный 3D ОСТ. Особенности применения 3D ОСТ в офтальмологии.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности

1	2	3	4	5	6	7	8
Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
40	0	0	20	0	10	30	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

1 семестр

Лекции

Посещаемость, опрос, активность за семестр – от 0 до 40 баллов.

Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

Практические занятия

Не предусмотрены.

Самостоятельная работа

Работа с дополнительной литературой – от 0 до 20 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности

Подготовка рефератов – от 0 до 10 баллов. При отсутствии реферата-0 баллов, при наличии реферата – от 1 до 10 баллов в зависимости от глубины проработки темы исследования и анализа результатов.

Промежуточная аттестация

21-30 баллов – ответ на «отлично»

11-20 баллов – ответ на «хорошо»

6-10 баллов – ответ на «удовлетворительно»

0-5 баллов – неудовлетворительный ответ

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за один семестр по дисциплине «Современные проблемы лазерной физики» составляет 100 баллов.

Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Лазеры и волоконные световоды в биофизических исследованиях» в оценку (дифференцированный зачет):

51–70 баллов	«удовлетворительно»
71–85 баллов	«хорошо»
86–100	«отлично»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Лазеры и волоконные световоды в биофизических исследованиях»

а) основная литература:

1. Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника. Принципы и применения. Т.2. пер.с англ. Дербова В.Л., Долгопрудный:Изд.дом Интеллект. 2012. 784 с. ISBN 978-5-91559-135-5. НБ СГУ 5 экз.

2.В.В. Тучин. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях, 2-е издание, Физматлит, 2010. НБ СГУ 20 экз.

3. Оптическая биомедицинская диагностика. Под ред. В.В.Тучина. М:Физматлит, 2007. НБ СГУ 50 экз.

3. б) дополнительная литература:

1. Дудкин В. И., Пахомова Л. Н. Квантовая электроника. Приборы и их применение Учебное пособие/ В.И. Дудкин, Л.Н. Пахомова М: Техосфера 2006.432 с. ISBN: 5-94836-076-8

2. Ларкин А. И., Юу Ф. Т. С. Когерентная фотоника /А.И.Ларкин, Ф.Т.Юу-М:Бином лаб.знаний.2007.316 с. ISBN-978-5-94774-378-4

3. Локшин Г.Р. Основы радиооптики: Учебное пособие. Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2009. 344 с.

4.Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи Волоконно-оптические системы связи/Р Фриман; пер.с англ., под редакцией Слепова, 3е издание доп., М:Техносфера 2006. 495с. ISBN:5-94836-031-8; ISBN:5-10-005433-8

6. Желтиков А.М. Да будет белый свет: генерация суперконтинуума сверхкороткими лазерными импульсами // Успехи физ. наук 2006. Т. 176, №6. С. 623–649.

в) Интернет-ресурсы

1. Рябухо В.П., Лычагов В.В., Лякин Д.В. СПЕЦИАЛЬНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ. ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ И ИЗОБРАЖЕНИЙ. Сканирующий интерферометр с цифровой обработкой сигнала. Учебно-метод. Пособие к выполн. лабор. работы для студ. Специальность 010400 - Физика, специализация 010447-Цифровые телекоммуникационные системы. Кафедра оптики и биомед. физики. Саратовский гос. университет. – 22 с. CD-ROM <http://optics.sgu.ru/info/edu/method/Correlation.pdf> 2006
2. В.П. Рябухо, О.А. Перепелицына. «ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИУСА ПОПЕРЕЧНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОГЕРЕНТНОСТИ СВЕТА ПРОТЯЖЕННОГО ИСТОЧНИКА» Учебно-методическое руководство к лабораторной работе общего физического практикума по оптике для студентов 2-го курса» Саратовский государственный университет. Кафедра оптики и биофотоники СГУ. (23 с.); http://library.sgu.ru/uch_lit/10.pdf

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Лазеры и волоконная оптика в медицинской диагностике»

8.1. Лекционное материально-техническое обеспечение:

Мультимедийный компьютерный проектор для демонстраций оптического эксперимента, компьютер, видеокамера и ПЗС-камера.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению **03.03.02 Физика** и профилю подготовки **Физика живых систем**.

Автор

Доцент кафедры оптики и биофотоники,
к.ф.-м.н., снс

Г.Г.Акчурин

Программа одобрена на заседании кафедры оптики и биофотоники от 14.09.2021 года, протокол № 13/21.

Программа актуализирована на заседании кафедры оптики и биофотоники от 23.05.2022 года, протокол № 09/22.