

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

 Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## **Программа дисциплины**

Оптика и лазерная физика в биомедицине

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Медицинская физика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Низамутдинов А.С. (Кафедра квантовой электроники и радиоспектроскопии, Высшая школа киберфизических систем и прикладной электроники), Alexey.Nizamutdinov@kpfu.ru

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности;

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основы лазерной физики, взаимодействия электромагнитного излучения с веществом, принципы применения лазеров для целей хирургии, терапии и диагностики.

Должен уметь:

интерпретировать экспериментальные результаты исследований взаимодействия излучения с веществом, выбирать необходимые лазерные источники для целей хирургии, терапии и диагностики.

Должен владеть:

навыками работы с экспериментальной лазерной техникой и методологией исследований и практических приложений с ее использованием.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике.

**2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.02.03 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.02 "Физика (Медицинская физика)" и относится к обязательной части ОПОП ВО. Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 37 часа(ов), в том числе лекции - 12 часа(ов), практические занятия - 12 часа(ов), лабораторные работы - 12 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 71 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет во 2 семестре.

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Лекция 1 Краткая история квантовой электроники и применения лазеров в биомедицинских исследованиях и медицине.	2	1	0	0	0	0	0	1
2.	Тема 2. Лекция 2 Принципы работы лазера и важнейшие характеристики лазеров для медицинских применений.	2	2	0	1	0	0	0	4
3.	Тема 3. Лекция 3 Основные типы лазеров, применяемых в медицине.	2	1	0	2	0	0	0	6
4.	Тема 4. Лекция 4 Низкоинтенсивное и высокоинтенсивное воздействие на биологические ткани.	2	1	0	1	0	0	0	4
5.	Тема 5. Лекция 5 Лазерная хирургия	2	1	0	1	0	0	0	4
6.	Тема 6. Лекция 6. Низкоинтенсивная лазерная терапия	2	1	0	1	0	0	0	4
7.	Тема 7. Лекция 7. Фотодинамическая терапия.	2	1	0	1	0	0	0	6
8.	Тема 8. Лекция 8 Волоконные световоды в медицине.	2	1	0	1	0	0	0	4
9.	Тема 9. Лекция 9 Газовые и твердотельные лазеры в медицине	2	1	0	1	0	0	0	4
10.	Тема 10. Лекция 10 Фемтосекундные лазеры в медицине	2	1	0	1	0	0	0	4
11.	Тема 11. Лекция 11. Методы и инструменты квантовой электроники для биомедицинских исследований и медицины.	2	1	0	2	0	0	0	6
12.	Тема 12. Лабораторные работы	2	0	0	0	0	12	0	24
	Итого		12	0	12	0	12	0	71

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. Лекция 1 Краткая история квантовой электроники и применения лазеров в биомедицинских исследованиях и медицине.**

Краткая история квантовой электроники: мазеры, лазеры. Основные типы лазерных излучателей. Краткий обзор медицинских и исследовательских применений. Мощные и низкоинтенсивные лазерные источники и области применения. Хирургические системы. Терапевтические системы. Аналитическая техника и диагностическое оборудование.

**Тема 2. Лекция 2 Принципы работы лазера и важнейшие характеристики лазеров для медицинских применений.**

Принципы работы лазера. Понятия спонтанного и вынужденного излучений, поглощения. Коэффициенты Эйнштейна. Инверсная населенность уровней. Усиление света, генерация. Оптические резонаторы. Характеристики оптических квантовых генераторов. Обзор методик и технологий.

Материалы квантовой электроники. Соотношения между свойствами и структурой.

**Тема 3. Лекция 3 Основные типы лазеров, применяемых в медицине.**

Основные типы лазеров, применяемых в медицине. Газовые, молекулярные, твердотельные, химические, полупроводниковые, волоконные лазеры. Лазерные материалы и лазерные системы. Лазеры ультракоротких импульсов. Режимы работы лазеров в зависимости от применений. Системы передачи излучения. Лазерная безопасность.

#### **Тема 4. Лекция 4 Низкоинтенсивное и высокоинтенсивное воздействие на биологические ткани.**

Биологические ткани. Основные хромофоры биологических тканей и биологических сред. Проникновение лазерного излучения через кожу и биологические ткани. Электронные, молекулярные переходы, фотодинамические и нелинейные процессы, индуцируемые в биологических средах и тканях под воздействием лазерного излучения.

#### **Тема 5. Лекция 5 Лазерная хирургия**

Процессы, возникающие при воздействии на ткани лазерным излучением высокой интенсивности: коагуляция, испарение, абляция. Основные хромофоры биологических тканей. Режимы воздействия в зависимости от применений. Примеры воздействия на ткани: хирургия, применения в офтальмологии. Примеры заживления тканей.

#### **Тема 6. Лекция 6. Низкоинтенсивная лазерная терапия**

Низкоинтенсивная лазерная терапия. Когерентные и некогерентные источники света. Основные методики проведения терапевтических процедур. Патогенетический механизм действия низкоинтенсивного лазерного излучения. Применения в отоларингологии, косметологии, лечение псориаза и витилиго. Диагностическое оборудование.

#### **Тема 7. Лекция 7. Фотодинамическая терапия.**

Фотодинамическая терапия. Апоптоз-индуцирующие агенты: физические принципы активации и биохимические принципы воздействия на клетки. История препаратов для фотодинамической терапии: порфирины, цианины, препараты третьего поколения - сшитые с антителами. Основные методики терапии и краткий обзор доступных на рынке препаратов.

#### **Тема 8. Лекция 8 Волоконные световоды в медицине.**

Основные представления оптики волоконных световодов. Структура волоконных световодов. Механизм распространения излучения по волоконному световоду. Характеристики световода: относительная разность показателей преломления, максимальный угол ввода в световод, числовая апертура. Одномодовые и многомодовые волоконные световоды. Понятия ступенчатого и градиентного волоконного световода. Оптические потери в волоконных световодах. Применение ИК волоконных световодов в медицине. Биомедицинские волоконно-оптические датчики и зонды. Эндоскопия.

#### **Тема 9. Лекция 9 Газовые и твердотельные лазеры в медицине**

Экимерные лазеры. CO<sub>2</sub>-лазеры. Лазеры на кристаллах Nd:YAG. Эрбиевые лазеры. Лазеры на ионах Tm и Ho. Перестраиваемые по длине волны лазеры. Волоконные лазеры. Полупроводниковые лазеры. Генерация гармоник и оптические параметрические генераторы. Терапевтические и косметологические приборы с использованием лазеров.

#### **Тема 10. Лекция 10 Фемтосекундные лазеры в медицине**

Физические принципы генерации лазерных импульсов ультракороткой длительности. Методы синхронизации мод: активная, пассивная. Физические эффекты, используемые для синхронизации мод: насыщение поглощения, линза Керра, насыщение поглощения в полупроводниковых материалах. Фемтосекундные лазеры в хирургии и офтальмологии.

#### **Тема 11. Лекция 11. Методы и инструменты квантовой электроники для биомедицинских исследований и медицины.**

Спектроскопия. Рассеяние света. Фотохимия, взаимодействие излучения с веществом. Биофизика фотобиологических процессов. Когерентное и некогерентное излучение в биофизике и биомедицине. Современные методы визуализации в биологии и биомедицине. Цитометрия. Оптическая когерентная томография. Лазерный пинцет.

#### **Тема 12. Лабораторные работы**

Лабораторная работа "ЛАЗЕР НА КРИСТАЛЛЕ ИТТРИЙ-АЛЮМИНИЕВОГО ГРАНАТА С НЕОДИМОМ". Целью работы является освоение методов юстировки лазерного резонатора, практическое освоение принципов работы лазера в режимах свободной генерации и модуляции добротности.

Лабораторная работа "Современные инъекционные лазеры", Лабораторная работа "Кинетика люминесценции и резонансная передача энергии"

#### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Волоконные лазеры - <http://kupitlaser.narod.ru/>

Книги по лазерам - [http://www.ph4s.ru/book\\_ph\\_laser.html](http://www.ph4s.ru/book_ph_laser.html)

Конспект лекций по лазерной технике - <http://www.studfiles.ru/>

Лазерный портал - <http://www.laser-portal.ru/>

обзоры по лазеру в медицине - <http://fotonikaplus.com.ua/?q=lazerinmedic/1229339703>

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.</p>
практические занятия	<p>Самостоятельная работа курса 'Оптика и лазерная физика в биомедицине' предполагает достижение следующих целей в деле подготовки специалистов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности знания и умения, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение</li> <li>способность оперировать углубленными знаниями в области математики и естественных наук</li> <li>способность оперировать углубленными знаниями в области гуманитарных и экономических наук</li> <li>способность использовать углубленные знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов</li> <li>способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности</li> <li>способность адаптироваться к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности</li> <li>способность к активной социальной мобильности, организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, управлению научным коллективом</li> </ul> <p>Самостоятельная работа состоит в подготовке презентаций по заданным темам, подготовке к устному опросу.</p>
лабораторные работы	<p>В ходе выполнения лабораторных работ следует следовать указаниями преподавателя. Лабораторная практическая работа должна быть оформлена последовательно, грамотно и разборчиво. При возникновении вопросов по оформлению лабораторной практической работы студенту следует обращаться за консультацией преподавателю. Время, отведенное на выполнение контрольной работы, определяется преподавателем. По окончании отведенного на выполнение отчет по лабораторной практической работе сдается преподавателю для проверки</p>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа курса 'Оптика и лазерная физика в биомедицине' предполагает достижение следующих целей в деле подготовки специалистов:</p> <p>способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности знания и умения, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение</p> <p>способность оперировать углубленными знаниями в области математики и естественных наук</p> <p>способность оперировать углубленными знаниями в области гуманитарных и экономических наук</p> <p>способность использовать углубленные знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов</p> <p>способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности</p> <p>способность адаптироваться к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности</p> <p>способность к активной социальной мобильности, организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, управлению научным коллективом</p> <p>Самостоятельная работа состоит в подготовке презентаций по заданным темам, подготовке к устному опросу.</p>
зачет	<p>Подготовку к зачету целесообразно начать с планирования и подбора литературы, проработки конспекта лекций. Прежде всего следует внимательно перечитать учебную программу и программные вопросы для подготовки к зачету, чтобы выделить из них наименее знакомые. Далее должен следовать этап повторения всего программного материала. На эту работу целесообразно отвести большую часть времени. Следующим этапом является самоконтроль знания изученного материала, который заключается в устных ответах на программные вопросы, выносимые на зачет. Тезисы ответов на наиболее сложные вопросы желательно записать, так как в процессе записи включаются дополнительные моторные ресурсы памяти.</p>

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

**12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.04.02 "Физика" и магистерской программе "Медицинская физика".

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Медицинская физика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

#### Основная литература:

1. Панов, М. Ф. Физические основы фотоники : учебное пособие / М. Ф. Панов, А. В. Соломонов. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 564 с. - ISBN 978-5-8114-2319-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/212564> (дата обращения: 11.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Кульчин, Ю. Н. Современная оптика и фотоника нано- и микросистем / Ю. Н. Кульчин. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 488 с. - ISBN 978-5-9221-1646-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/72018> (дата обращения: 11.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Борейшо, А. С. Лазеры: устройство и действие / А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. - 4-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 304 с. - ISBN 978-5-8114-8994-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/330503> (дата обращения: 11.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Дополнительная литература:

1. Эйдельман Е.Д., Физика с элементами биофизики: учебник / Е.Д. Эйдельман - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 512 с. - ISBN 978-5-9704-2524-4. - Текст: электронный // ЭБС 'Консультант студента': [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970425244.html> (дата обращения: 11.05.2023). - Режим доступа: по подписке.
2. Кирилловский, В. К. Современные оптические исследования и измерения : учебное пособие / В. К. Кирилловский. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 304 с. - ISBN 978-5-8114-0989-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210458> (дата обращения: 11.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. 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 // Электронно-библиотечная система 'Лань'. - URL: <https://e.lanbook.com/book/96568> (дата обращения: 11.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Медицинская физика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.