

Государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования Московской области  
«Университет «Дубна»  
(государственный университет «Дубна»)

Филиал «Протвино»  
Кафедра «Техническая физика»



УТВЕРЖДАЮ

Директор

*[Handwritten Signature]*

/Евсиков А.А./

подпись

Фамилия И.О.

« 30 » 06 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Физические основы использования лазеров в медицине**

*наименование дисциплины (модуля)*

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

*код и наименование направления подготовки (специальности)*

Уровень высшего образования

бакалавриат

*бакалавриат, магистратура, специалитет*

Направленность (профиль) программы (специализация)

«Медицинская физика»

Форма обучения

очная

*очная, очно-заочная, заочная*

Протвино, 2022

Автор(ы) программы:

Соколов А.А., профессор кафедры «Техническая физика», д.ф.-м.н.,  
кафедра «Технической физики»



Ющенко О.П., профессор кафедры «Техническая физика», д.ф.-м.н.,  
кафедра «Технической физики»

*Фамилия И.О., должность, ученая степень (при наличии),  
ученое звание (при наличии), кафедра;*

  
подпись

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению  
подготовки высшего образования

03.03.02 Физика

*(код и наименование направления подготовки (специальности))*

Программа рассмотрена на заседании кафедры «Техническая физика»  
*(название кафедры)*

Протокол заседания № 5 от «27» июня 2022 г.

И.о. зав. кафедрой технической физики \_\_\_\_\_

  
*(подпись)*

/Соколов А.А./

Эксперт \_\_\_\_\_

*(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, место работы, должность;  
подпись, заверенная по месту работы)*

## Оглавление

1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля) .....	4
2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля) .....	4
3 Место дисциплины в структуре ОПОП .....	4
4 Планируемые результаты обучения по дисциплине .....	5
5 Объем дисциплины .....	5
6 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий .....	7
7 Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине .....	11
8 Фонд оценочных средств по дисциплине .....	11
9 Ресурсное обеспечение .....	11
Приложение к рабочей программе дисциплины .....	14

### 1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины «Физические основы использования лазеров в медицине» является изучение теоретических основ лазерной биофотоники и применение этих знаний для решения практических задач.

В ходе достижения цели решаются следующие основные задачи:

- Изучение физических принципов взаимодействия лазерного излучения с биологическими структурами разных уровней организации и возможностью диагностических биомедицинских применений соответствующих методик.
- Изучение методов реализации различных типов измерений, позволяющих получить такие сигналы, которые необходимы для решения конкретных прикладных задач.
- Приобретение навыков расчета оптических параметров различных биообъектов, а также оценки параметров выходного излучения (сигнала).

### 2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)

Объектами профессиональной деятельности в рамках изучаемой дисциплины (модуля) являются:

- импульсные и непрерывные лазеры с точки зрения применения в медицине;
- излучения лазеров и их взаимодействие с клетками и биотканями;
- диагностические и хирургические приборы, использующие лазеры в медицине,

### 3 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.10 «Физические основы использования лазеров в медицине» к обязательным дисциплинам вариативной части блока дисциплин. Приступая к изучению данной дисциплины», студент должен знать все разделы модулей «Общая физика» и «Теоретическая физика», дисциплину «Основы интроскопии», основы высшей математики. Студенты должны обладать знаниями, умениями, навыками и компетенциями, освоенными в результате изучения этих дисциплин.

После изучения данного курса, студент готов к прохождению преддипломной практики, а также к написанию выпускной квалификационной работы – бакалаврской работы и последующей профессиональной деятельности.

#### 4 Планируемые результаты обучения по дисциплине

<b>Формируемые компетенции</b> <i>(код и наименование)</i>	<b>Индикаторы достижения компетенций</b> <i>(код и формулировка)</i>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине</b>
<i>ПК-1. Способен использовать базовые знания при построении физических и математических моделей в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований</i>	ПК-1.1. Выявляет перспективные проблемы и формулирует принципы решения актуальных научно-исследовательских задач в области медицинской физики	Знать достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области медицинской физики
		Уметь сформулировать конкретную физическую задачу, выбрать метод реализации эксперимента и решать его с помощью современной аппаратуры и информационных технологий и с использованием новейшего российского и зарубежного опыта
		Владеть методами и способами постановки и решения задач физических исследований, знать принципы действия, функциональные и метрологические возможности современной аппаратуры для физических исследований
	ПК-1.3. Владеет методами научного прогнозирования, методами работы на современных физических установках и навыками работы с пакетами прикладных программ физико-технических систем.	Уметь применять на практике математические модели, методы и средства проектирования и автоматизации систем на практике.

## 5 Объем дисциплины

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часа, из которых:

**40 час составляет контактная работа обучающегося с преподавателем<sup>1</sup>:**

10 часов – лекционные занятия;

30 часа – практические занятия.

**36 часов – мероприятия промежуточной аттестации<sup>4</sup> (экзамен),**

**32 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.**

---

1 Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

**6 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий**

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе:											
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них <sup>2</sup>							Самостоятельная работа обучающегося, часы, из них				
			Лекционные занятия	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	...	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
<b>VIII семестр</b>														
1. Введение в предмет. Цели и задачи курса. Основы биомедицинской фотоники, Виды взаимодействия лазерного излучения с живыми объектами. Структура биологических тканей и клеток. Рассеяние и поглощение света. Простейшие дискретные модели тканей. Флуоресценция. Воздействие лазерного облучения на биоткань. Применение лазеров в биомедицинской диагностике, терапии и хирургии. Лазеры импульсные и непрерывного действия.		2		6							8	2	10	20
2. Основы физики лазеров. Прохождение света через вещество. Однократное и многократное рассеяние. Теории Ми и Релея-Ганса-Дебая, методы Дискретной дипольной аппроксимации. Однократное и многократное рассеяние. Принцип работы лазера и свойства лазерного излучения. Типы лазеров: газовые, жидкостные, твердотельные, молекулярные, полупроводниковые.		2		6							8	2		
3. Физические явления, лежащие в основе лазерной биомедицинской диагностики. Упругое рассеяние излучения биомакромолекулами, клетками и тканями. Распространение излучения в тканях. Простейшие дискретные модели тканей. Основы теории переноса излучения и диффузии фотонов в мутных средах. Ме-		2		6							8	4		

тоды решения задачи многократного рассеяния лазерного излучения. Метод Монте-Карло. Квазиупругое рассеяние излучения подвижными биологическими структурами. Методы оптического смешения, гетеродинирования, доплеровской анемометрии и спеклометрии. Схемы спектрометров и анемометров. Структура сигнала. Динамические аспекты рассеяния: идеальная диффузия, направленные потоки, полидисперсность, флуктуации числа частиц, межчастичное взаимодействие. Комбинационное рассеяние (КР) излучения биологическими структурами. Сравнение КР и ИК спектроскопии. Закономерности в положении и интенсивности линий. Поляризационные свойства КР. Методы измерений с высоким временным и пространственным разрешением. Флуоресцентный анализ биологических объектов. Проточные флуориметры. Флуоресцентные конфокальные микроскопы. Эндо- и экзогенные флуоресцентные зонды и фотосенсибилизаторы													
4. Лазерная диагностика биомакромолекул, клеток и тканей. Примеры биомедицинских приложений биофотоники. Основы строения и фотобиологии белков. Лазерные измерения молекулярной массы и размеров молекул в растворах. Анализ конформационной подвижности и вторичной структуры биомолекул в норме и патологии. Основы строения и лазерная диагностика структуры и динамики клеточных мембран.		2		6						8	2		
5. Лазерная диагностика структуры и динамики молекулярных и клеточных компонентов крови в норме и патологии. Лазерная диагностика тканей. Ткани с сильным рассеянием и прозрачные ткани. Методы оптической медицинской томографии. Флуоресцентная и КР диагностика патологических состояний тканей. Лазерный пинцет (оптическая ловушка): принципы работы и примеры применения. Принципы неразрушающей диагностики. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на биомолекулы, клетки, ткани и живые организмы. Понятие о лазерной терапии.		2		6						8	6	6	12
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u> (указывается форма проведения)**	36	X									X		
<b>Итого</b>		10		30						40	16	16	32

\*Текущий контроль успеваемости может быть реализован в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

*\*\* Промежуточная аттестация может проходить как в традиционных формах (зачет, экзамен), так и в иных формах: балльно-рейтинговая система, защита портфолио, комплексный экзамен, включающий выполнение практических заданий (возможно наряду с традиционными ответами на вопросы по программе дисциплины (модуля)).*

## Содержание дисциплины

### **Тема 1. Введение в предмет.**

Цели и задачи курса. Основы биомедицинской фотоники, Виды взаимодействия лазерного излучения с живыми объектами. Структура биологических тканей и клеток. Рассеяние и поглощение света. Простейшие дискретные модели тканей. Флуоресценция. Воздействие лазерного облучения на биоткань. Применение лазеров в биомедицинской диагностике, терапии и хирургии. Лазеры импульсные и непрерывного действия.

### **Тема 2. Основы физики лазеров.**

Прохождение света через вещество. Однократное и многократное рассеяние. Теории Ми и Релея-Ганса-Дебая, методы Дискретной дипольной аппроксимации. Однократное и многократное рассеяние. Принцип работы лазера и свойства лазерного излучения. Типы лазеров: газовые, жидкостные, твердотельные, молекулярные, полупроводниковые.

### **Тема 3. Физические явления, лежащие в основе лазерной биомедицинской диагностики.**

Упругое рассеяние излучения биомакромолекулами, клетками и тканями. Распространение излучения в тканях. Простейшие дискретные модели тканей. Основы теории переноса излучения и диффузии фотонов в мутных средах. Методы решения задачи многократного рассеяния лазерного излучения. Метод Монте-Карло. Квазиупругое рассеяние излучения подвижными биологическими структурами. Методы оптического смещения, гетеродинамирования, доплеровской анемометрии и спеклометрии. Схемы спектрометров и анемометров. Структура сигнала. Динамические аспекты рассеяния: идеальная диффузия, направленные потоки, полидисперсность, флуктуации числа частиц, межчастичное взаимодействие. Комбинационное рассеяние (КР) излучения биологическими структурами. Сравнение КР и ИК спектроскопии. Закономерности в положении и интенсивности линий. Поляризационные свойства КР. Методы измерений с высоким временным и пространственным разрешением. Флуоресцентный анализ биологических объектов. Проточные флуориметры. Флуоресцентные конфокальные микроскопы. Эндо- и экзогенные флуоресцентные зонды и фотосенсибилизаторы.

### **Тема 4. Лазерная диагностика I.**



Лазерная диагностика биомакромолекул, клеток и тканей. Примеры биомедицинских приложений биофотоники. Основы строения и фотобиологии белков. Лазерные измерения молекулярной массы и размеров молекул в растворах. Анализ конформационной подвижности и вторичной структуры биомолекул в норме и патологии. Основы строения и лазерная диагностика структуры и динамики клеточных мембран.

#### **Тема 4. Лазерная диагностика II.**

Лазерная диагностика структуры и динамики молекулярных и клеточных компонентов крови в норме и патологии. Лазерная диагностика тканей. Ткани с сильным рассеянием и прозрачные ткани. Методы оптической медицинской томографии. Флуоресцентная и КР диагностика патологических состояний тканей. Лазерный пинцет (оптическая ловушка): принципы работы и примеры применения. Принципы неразрушающей диагностики. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на биомолекулы, клетки, ткани и живые организмы. Понятие о лазерной терапии.

## 7 Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

Методические материалы по дисциплине (модулю) и образовательной программе в целом представлены на официальном сайте образовательной организации (раздел «Сведения об образовательной организации» – Образование – Образовательные программы).

## 8 Фонд оценочных средств по дисциплине

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы по дисциплине разработаны фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения (знания, умения, навыки) и сформированные (формируемые) компетенции.

Эти фонды включают теоретические вопросы, типовые практические задания, контрольные работы, домашние работы, тесты, примерные темы курсовых работ (проектов) и критерии их оценивания и иные оценочные материалы, используемые при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении к рабочей программе.

При необходимости, обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды обеспечиваются оценочными материалами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

*Для лиц с нарушениями зрения:*

1. в печатной форме увеличенным шрифтом,
2. в форме электронного документа,
3. в форме аудиофайла.

*Для лиц с нарушениями слуха:*

4. в печатной форме,
5. в форме электронного документа.

*Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:*

6. в печатной форме,
7. в форме электронного документа,
8. в форме аудиофайла.

## 9 Ресурсное обеспечение

### • Перечень основной и дополнительной учебной литературы

#### *Основная учебная литература*

1. Пойзнер Б.Н. Физические основы лазерной техники : Учебное пособие / Б. Н. Пойзнер. - 2-е изд., доп. - М. : ИНФРА-М, 2018. - 160с. : ил. - (Высшее образование: Магистратура). - ISBN 978-5-16-012817-7. - ISBN 978-5-16-105864-0.  
Пойзнер, Б. Н. Физические основы лазерной техники : учеб. пособие / Б.Н. Пойзнер. — 2-е изд., доп. — Москва : ИНФРА-М, 2018. — 160 с. — (Высшее образование: Магистратура). — [www.dx.doi.org/10.12737/textbook\\_592d268c487362.64807642](http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_592d268c487362.64807642). - ISBN 978-5-16-105864-0. - Текст : электронный. // ЭБС "Znanium.com". - URL: <https://znanium.com/catalog/product/942818> (дата обращения: 16.04.2022)
2. Борейшо, А. С. Лазеры: устройство и действие : учебное пособие / А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-2088-9. — Текст : электронный // ЭБС "Лань". — URL: <https://e.lanbook.com/book/93585> (дата обращения: 16.04.2022) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

3. Кашапов, Н.Ф. Лазеры и их применение в медицине : учебное пособие / Н.Ф. Кашапов, Г.С. Лучкин, М.Ф. Самигуллин ; под ред. Н.Ф. Кашапова. - Казань : КГТУ, 2011. - 96 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-1073-5. – Текст : электронный. // ЭБС "Университетская библиотека онлайн". – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258830> (дата обращения: 16.04.2022). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

#### ***Дополнительная учебная литература***

1. Тучин, В.В. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях ; монография / В.В. Тучин. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Физматлит, 2010. - 500 с. – ISBN 978-5-9221-1278-9. – Текст : электронный. // ЭБС "Университетская библиотека онлайн". – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75958> (дата обращения: 16.04.2021). (дата обращения: 02.04.2022) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Степанов, Е.В. Дiodная лазерная спектроскопия и анализ молекул - биомаркеров : монография / Е.В. Степанов. – Москва : Физматлит, 2009. – 417 с. – ISBN 978-5-9221-1152-2. – Текст : электронный. // ЭБС "Университетская библиотека онлайн". – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76628> (дата обращения: 16.04.2022). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

#### **• Периодические издания**

1. : / Учредитель: РАН, Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН; гл. ред. акад. Андреев А.Ф. - М.: ФГБУ «Российская академия наук». – Журнал выходит 1 раз в мес. - Основан в 1931 году. - ISSN 0044-4510. – Текст : электронный. Полные тексты статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: [https://www.elibrary.ru/title\\_about.asp?id=8682](https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=8682)
2. Медицинская физика / Учредитель: Ассоциация медицинских физиков России; гл. ред. Наркевич Б.Я, д.т.н., проф., в.н.с. – М.: Ассоциация медицинских физиков России. – Журнал основан в 1995 году.
3. Ядерная физика / Учредитель: ; гл. ред.: Далькаров О.Д. – М.: ООО «ИКЦ «Академкнига». – Журнал основан в 1965 году. Полные тексты статей доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»:

#### **• Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

##### ***Электронно-библиотечные системы и базы данных***

1. ЭБС «Znanium.com»: [://znanium.com/](http://znanium.com/)
2. ЭБС «Лань»: [://e.lanbook.com/](http://e.lanbook.com/)
3. ЭБС «Юрайт»: [://biblio-online.ru/](http://biblio-online.ru/)
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: [://biblioclub.ru/](http://biblioclub.ru/)
5. Научная электронная библиотека (РУНЭБ) «eLIBRARY.RU»: [://elibrary.ru](http://elibrary.ru)
6. : [://нэб.рф/](http://нэб.рф/)
7. Базы данных российских журналов компании «East View»: [://dlib.eastview.com/](http://dlib.eastview.com/)

##### ***Научные поисковые системы***

1. - поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций
2. - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа.
3. - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии.
4. - глобальная научная поисковая система, которая осуществляет поиск информации по национальным и международным научным базам данных и порталам.

### *Профессиональные ресурсы сети «Интернет»*

1. Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»:

- **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы**

Проведение лекционных занятий предполагает использование комплектов слайдов и программных презентаций по рассматриваемым темам.

Проведение практических занятий по дисциплине предполагается использование специализированных аудиторий, оснащенных персональными компьютерами, объединенными в локальную сеть и имеющих доступ к ресурсам глобальной сети Интернет.

Для выполнения заданий самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются литературой, а также в определенном порядке могут получать доступ к информационным ресурсам Интернета.

## Фонды оценочных средств

В результате освоения дисциплины «Физические основы использования лазеров в медицине» программы бакалавров по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» с учетом направленности бакалаврской программы – «Медицинская физика» выпускник должен обладать следующими компетенциями:

Компетенция **ПК-1** - Способен использовать базовые знания при построении физических и математических моделей в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований

*код и формулировка компетенции*

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций, а также шкал оценивания**

**Компетенция ПК-1 - Способен использовать базовые знания при построении физических и математических моделей в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований**

ИНДИКАТОР ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (код и наименование)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по практике ШКАЛА оценивания				
	1	2	3	4	5
ПК-1.1. Выявляет перспективные проблемы и формулирует принципы решения актуальных научно-исследовательских задач в области медицинской физики	Отсутствие знания	Не знает или знает слабо достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области медицинской физики. Допускает множественные грубые ошибки.	Удовлетворительно знает достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области медицинской физики. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Хорошо знает достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области медицинской физики. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное знание достижений отечественной и зарубежной науки и техники в области медицинской физики. Не допускает ошибок.
	Отсутствие умения	Демонстрирует удовлетворительное умение сформулировать конкретную физическую задачу эксперимента и решать его с помощью современной аппаратуры и информационных технологий и с использованием новейшего российско-	Демонстрирует хорошее умение сформулировать конкретную физическую задачу, выбрать метод реализации эксперимента и решать его с помощью современной аппаратуры и информационных технологий и с использованием но-	Демонстрирует высокий уровень умения сформулировать конкретную физическую задачу, выбрать метод реализации эксперимента и решать его с помощью современной аппаратуры и информацион-	Демонстрирует очень высокий уровень умения сформулировать конкретную физическую задачу, выбрать метод реализации эксперимента и решать его с помощью современной аппаратуры

		го и зарубежного опыта Допускает достаточно серьезные ошибки.	вейшего российского и зарубежного опыта. Допускает отдельные негрубые ошибки.	ных технологий и с использованием новейшего российского и зарубежного опыта. Не допускает ошибок.	и информационных технологий и с использованием новейшего российского и зарубежного опыта. Не допускает ошибок.
	Отсутствие владения	Демонстрирует удовлетворительное владение методами и способами постановки и решения задач физических исследований, знать принципы действия, функциональные и метрологические возможности современной аппаратуры для физических исследований. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Демонстрирует достаточно устойчивое владение методами и способами постановки и решения задач физических исследований, знать принципы действия, функциональные и метрологические возможности современной аппаратуры для физических исследований. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует устойчивое владение методами и способами постановки и решения задач физических исследований, знать принципы действия, функциональные и метрологические возможности современной аппаратуры для физических исследований. Не допускает ошибок.	Демонстрирует свободное и уверенное владение методами и способами постановки и решения задач физических исследований, знать принципы действия, функциональные и метрологические возможности современной аппаратуры для физических исследований. Не допускает ошибок.
ПК-1.3. Владеет методами научного прогнозирования, методами работы на современных физических установках и навыками работы с пакетами прикладных программ физико-технических систем.	Отсутствие умения	Демонстрирует частичное умение применять на практике математические модели, методы и средства проектирования и автоматизации систем на практике. Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует достаточно устойчивое умение применять на практике математические модели, методы и средства проектирования и автоматизации систем на практике. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует устойчивое умение применять на практике математические модели, методы и средства проектирования и автоматизации систем на практике. Не допускает ошибок.	Демонстрирует свободное и уверенное умение применять на практике математические модели, методы и средства проектирования и автоматизации систем на практике. Не допускает ошибок.

При балльно-рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение всего периода обучения.

### 8 семестр

По итогам работы в семестре студент может получить максимально **70** баллов. Итоговой формой контроля в 8 семестре является экзамен. На экзамене студент может набрать максимально **30** баллов.

В течение семестра студент может заработать баллы за следующие виды работ:

№	Вид работы	Сумма баллов
1	Работа на практических занятиях	17
2	Практические работы (ПР-2.1, ПР-2.2)	27
3	Аудиторные занятия (посещение)	26 (9+17)
	Итого:	70

Если к моменту окончания семестра студент набирает от **51** до **70** баллов, то он получает допуск к зачёту.

Если студент к моменту окончания семестра набирает от **61** до **70** баллов, то он может получить автоматическую оценку «удовлетворительно». При желании повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать зачёт.

Если студент не набрал минимального числа баллов (**51** балл), то он не получает допуск к зачёту.

#### Соответствие рейтинговых баллов и академических оценок

Общая сумма баллов за семестр	Итоговая оценка
86-100	Отлично
71-85	Хорошо
51-70	Допуск к экзамену
в том числе: 61-70	Возможность получения автоматической оценки «удовлетворительно»
51-60	Только допуск к экзамену
0-50 *	Неудовлетворительно (студент не допущен к экзамену)

Если к моменту окончания семестра студент набирает от **51** до **70** баллов, то он получает допуск к экзамену.

Если студент к моменту окончания семестра набирает от **61** до **70** баллов, то он может получить автоматическую оценку «удовлетворительно». При желании повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать экзамен.

Если студент не набрал минимального числа баллов (**51** балл), то он не получает допуск к экзамену.

#### График выполнения самостоятельных работ студентами в 8 семестре

Виды работ	Недели учебного процесса									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПР-2.1	ВЗ				ЗЗ					
ПР-2.2						ВЗ			ЗЗ	

ВЗ – выдача задания

ЗЗ – защита задания

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

5. в печатной форме,
6. в печатной форме увеличенным шрифтом,
7. в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.



При необходимости обучающемуся инвалиду и лицу с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене. У обучающегося инвалида и лица с ОВЗ имеется возможность выбора формы контроля на практических занятиях, зачетах, экзаменах, подходящая конкретно для него.

*Перечень обязательных видов учебной работы студента:*

1. посещение лекционных занятий;
2. ответы на теоретические вопросы на практических занятиях;
3. решение практических задач и заданий на практических занятиях;
4. выполнение устных сообщений

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с «Положением о балльно-рейтинговой системе оценки и текущем контроле успеваемости студентов», а также «Положением о промежуточной аттестации» университета «Дубна».

**Адаптированная рабочая программа учебной дисциплины (модуля) разработана в отношении разноозологической учебной группы обучающихся, имеющих документально подтвержденные нарушения слуха, зрения, опорно-двигательного аппарата, соматические заболевания и поддающиеся коррекции нервно-психические нарушения или сочетанные нарушения.**

### Список вопросов к экзамену

1. Корпускулярная теория света. Атом Бора. Энергетические уровни в атомах и молекулах
2. Оптические свойства биоткани.
3. Вынужденное излучение. Соотношения между коэффициентами Эйнштейна.
4. Теплофизические свойства биоткани.
5. Инверсная заселенность уровней и схемы лазерных переходов.
6. Взаимодействие света с биотканью. Тепловое воздействие.
7. Усиление света в средах с инверсной заселенностью.
8. Взаимодействие света с биотканью. Фотохимическое воздействие. Биостимуляция.
9. Свойства лазерного излучения.
10. Взаимодействие света с биотканью. Нелинейные эффекты. Фотоабляция.
11. Параметры лазерного излучения.
12. Структура биоткани. Феноменология распространения света в биоткани.
13. Продольные моды в резонаторах.
14. Метод Монте-Карло решения транспортной задачи.
15. Поперечные моде в резонаторах.
16. Короткие импульсы в биоткани. Баллистическая и диффузная компоненты.
17. Модуляция добротности.
18. Модели рассеяния света. Рэлеевское, комбинационное, рассеяние Ми.
19. Разгрузка резонатора.
20. Дискретные модели биоткани.
21. Способы накачки лазеров.
22. Флюоресценция. Параметры и чувствительность флюоресценции.
23. Газовые лазеры.
24. Флюоресценция и конфокальная микроскопия.



25. Твердотельные лазеры.
26. Оптическая томография. Импульсная и частотная модуляции. Диффузионная томография.
27. Полупроводниковые лазеры.
28. Когерентная оптическая томография. Временная и частотная области.

### **Содержание экзаменационного билета**

1 вопрос – фундаментальная теория (знать + уметь)

2 вопрос – прикладная теория (уметь + владеть)

Задача/вопрос экзаменатора