

Проректор по образовательной деятельности


Таюрский Д.А.

« 16 » сентября 2015 г.



Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.ф.-м.н.Никитин С.И., кафедра квантовой электроники и радиоспектроскопии, Отделение радиофизики, Sergey.Nikitin@kpfu.ru

1. КРАТКАЯ АННОТАЦИЯ

Курс "Лазерная техника в медицине" посвящен изучению физических основ квантовой электроники, принципов построения лазерных систем медицинского назначения, правил техники безопасности при работе с лазерным оборудованием, физических механизмов взаимодействия лазерного излучения с биологическими тканями, ознакомлению с областями применения лазеров в медицине.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.10.1 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 12.03.04 Биотехнические системы и технологии и относится к дисциплинам по выбору вариативной части. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Для освоения дисциплины необходимы знания следующих дисциплин: Б1.Б.8 «Математический анализ», Б1.В.ОД.9 «Дифференциальные уравнения», Б1.Б.11 «Теория вероятностей и математическая статистика», Б1.Б.16 «Теоретическая механика», Б1.Б.17 «Электродинамика». Освоение дисциплины будет способствовать успешной профессиональной деятельности, позволит в дальнейшем изучать курсы общенаучного и профессионального циклов основной образовательной программы магистратуры.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

В результате освоения дисциплины обучающийся:

1. должен знать:

основы квантовой электроники, принципы построения лазерных систем медицинского назначения, физические механизмы взаимодействия лазерного излучения с биологическими тканями.

2. должен уметь:

настраивать лазерные системы медицинского назначения, осуществлять диагностику неисправностей, проводить необходимые профилактические работы, оценивать возможность применения конкретной лазерной системы для медицинских процедур.

3. должен владеть:

навыками проведения юстировки оптических резонаторов, измерения параметров лазерного излучения;

техникой безопасности при работе с лазерным оборудованием медицинского назначения;

принципами разработки лазерных систем медицинского назначения.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

к дальнейшему обучению, применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности при эксплуатации и разработке лазерных систем медицинского назначения.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-15	готовностью составлять заявки на запасные детали и

	расходные материалы, а также на поверку и калибровку аппаратуры
ПК-22	готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации на изделия и устройства медицинского и экологического назначения стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины (в часах) по видам нагрузки обучающегося и по разделам дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 7 семестре.

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1.	Тема 1. Ведение Спонтанные и вынужденные переходы, их свойства, однородное и неоднородное уширение спектральных линий, время релаксации, коэффициенты Эйнштейна. Свойства лазерного излучения: пространственная и временная когерентность, монохроматичность, расходимость.	7	2	2	0	0
2.	Тема 2. Квантовые усилители Уравнение переноса излучения в усиливающей среде. Коэффициент усиления. Инверсия населенностей. Понятие отрицательной температуры. Основные методы создания инверсии в средах. Трехуровневые системы. Преимущества четырехуровневых систем.	7	2	2	0	0

3.	Тема 3. Открытые резонаторы Открытые резонаторы. Спектр мод резонатора. Типы открытых резонаторов. Поля в открытых резонаторах. Гауссовы пучки.	7	2	2	0	0
4.	Тема 4. Режимы работы лазеров Режим стационарной генерации. Режим модуляции добротности. Синхронизация мод.	7	4	2	0	0
5.	Тема 5. Твердотельные лазеры Уровни энергии редкоземельных и переходных ионов в кристаллах. Лазеры на кристаллах рубина и алюмоиттриевого граната, активированного ионами Nd^{3+} .	7	2	2	0	0
6.	Тема 6. Газовые лазеры Атомные лазеры. Гелий-неоновый лазер. Молекулярные лазеры. Лазер на углекислом газе. Экимерные лазеры.	7	2	2	0	0
7.	Тема 7. Полупроводниковые лазеры Условия создания инверсной населенности. Усиление излучения в p-n переходе вырожденных полупроводников. Принцип действия и конструкция инжекционного лазера на p-n переходе. Принцип действия и устройство лазера на гетеропереходе. Твердотельные лазеры с полупроводниковой накачкой.	7	2	2	0	0
8.	Тема 8. Техника безопасности при работе с лазерной техникой Основные нормативные	7	0	2	0	2

	документы по лазерной безопасности. Предельно допустимый уровень лазерного излучения. Классификация лазеров по степени опасности. Общие требования безопасности при эксплуатации лазерных установок: требования к помещению, к допуску персонала.					
9.	Тема 9. Свойства биологических тканей Оптические свойства тканей. Теплофизические свойства тканей. Оптический и термический перенос энергии.	7	2	2	0	0
10.	Тема 10. Лазерная диагностика Диодный газоанализатор в биоанализе. Люминесцентный анализ. Томография, как метод диагностики заболеваний	7	0	2	0	2
11.	Тема 11. Лазеротерапия <i>1. Физико-биологические основы лазерной терапии</i> Механизмы фотоактивации. Противовоспалительное и антирадикальное действие лазерного облучения. Лазерное облучение крови. <i>2. Фотодинамическая терапия</i> Фотодинамическая терапия – неинвазивный метод лечения рака. Порфирин как фотосенсибилизатор. Процесс фотодинамической терапии и механизмы деструкции раковой клетки. Фотодинамическая терапия кровеносных сосудов при дегенерации макулы и ангиопластике. Фотосенсибилизаторы второго поколения.	7	0	4	0	4

	Нанотехнологии в фотодинамической терапии.					
12	<p>Тема 12. Тепловые воздействия лазерного излучения на биоткани</p> <p>1. <i>Лазерная термотерапия</i> Теплофизические свойства тканей. Отвод тепла кровотоком. Лазерная гипертермия. Лазерная термотерапия. Коррекция формы хрящей наружной лазеротерапией. Внутритканевая лазерная фотокоагуляция. Кардиологический лазерный катетер.</p> <p>2. <i>Лазерная фотоабляция</i> Импульсная лазерная абляция биологических тканей. Динамика абляционного факела. УФ и ИК абляция. Кинетика декомпозиции ткани. Условия прецизионного удаления ткани. “Тепловые” и “нетепловые” воздействия на ткань. Лазерный разрез мягких тканей. Разрез твердой ткани лазерным излучением. Фото- и термоабляция костных тканей.</p>	7	0	4	0	4
13	<p>Тема 13. Лазерная абляция в жидкой среде. Ангиопластика</p> <p>Эффективность контактной и неконтактной абляции. Особенности абляции в лазерном тромболлизисе. Сердечно-сосудистые катетеры для коронарной ангиопластики. Лазерная технология изготовления коронарных стентов. Импульсные лазеры в ангиопластике. Ограничения лазерной ангиопластики. Обработка</p>	7	0	4	0	4

	варикозных вен (лазерная внутривенная абляция). Лазерная ангиопластика в среднем ИК диапазоне.					
14	Тема 14. Лазерная литотрипсия. Механизмы разрушения камней Импульсный лазер на кумариновом красителе. Двухдлинноволновый Nd:YAG лазер в литотрипсии. Гольмиевый лазер в урологии. Эффективность абляции мочевых камней. Ретропульсия. Гибкий уретроскоп и литотрипсия желчных камней. Резекция простаты гольмиевым лазером. Перспективные лазеры для литотрипсии. Er:YAG лазер.	7	0	4	0	2
	Итоговая форма контроля	7	0	0	0	36
	Итого		18	36	0	54

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Ведение

Спонтанные и вынужденные переходы, их свойства, однородное и неоднородное уширение спектральных линий, время релаксации, коэффициенты Эйнштейна.

Свойства лазерного излучения: пространственная и временная когерентность, монохроматичность, расходимость.

Тема 2. Квантовые усилители

Уравнение переноса излучения в усиливающей среде. Коэффициент усиления. Инверсия населенностей. Понятие отрицательной температуры. Основные методы создания инверсии в средах.

Трехуровневые системы. Преимущества четырехуровневых систем.

Тема 3. Открытые резонаторы

Открытые резонаторы. Спектр мод резонатора. Типы открытых резонаторов. Поля в открытых резонаторах.

Гауссовы пучки. Преобразование гауссовых пучков в оптических системах.

Тема 4. Режимы работы лазеров

Режим стационарной генерации. Режим модуляции добротности. Синхронизация мод.

Методы реализации режимов модуляции добротности и синхронизации мод.

Тема 5. Твердотельные лазеры

Уровни энергии редкоземельных и переходных ионов в кристаллах. Лазеры на кристаллах рубина и алюмоиттриевого граната, активированного ионами Nd^{3+} .

Примеры реализации твердотельных лазеров для медицинских приложений на кристаллах активированных редкоземельными ионами: принципы построения, выходные параметры.

Тема 6. Газовые лазеры

Атомные лазеры. Гелий-неоновый лазер. Молекулярные лазеры. Лазер на углекислом газе. Эксимерные лазеры.

Промышленные лазеры на углекислом газе для медицинских приложений: принципы построения, параметры, области применения. Промышленные эксимерные лазеры для медицинских приложений: принципы построения, параметры, области применения.

Тема 7. Полупроводниковые лазеры

Условия создания инверсной населенности. Усиление излучения в p-n переходе вырожденных полупроводников. Принцип действия и конструкция инжекционного лазера на p-n переходе. Принцип действия и устройство лазера на гетеропереходе. Твердотельные лазеры с полупроводниковой накачкой.

Терапевтические полупроводниковые лазеры: принципы построения, выходные параметры (на конкретных примерах). Мощные твердотельные и волоконные лазеры с полупроводниковой накачкой для медицинских приложений (примеры).

Тема 8. Техника безопасности при работе с лазерной техникой

Основные нормативные документы по лазерной безопасности. Предельно допустимый уровень лазерного излучения. Классификация лазеров по степени опасности. Общие требования безопасности при эксплуатации лазерных установок: требования к помещению, к допуску персонала.

Тема 9. Свойства биологических тканей

Оптические свойства тканей. Теплофизические свойства тканей. Оптический и термический перенос энергии.

Оценка влияния различных механизмов на нагревание биологических тканей: теплопроводность, отвод тепла за счет кровотока, при различных длинах волн лазерного излучения и длительности и скважности лазерных импульсов.

Тема 10. Лазерная диагностика

Диодный газоанализатор в биоанализе. Люминесцентный анализ. Томография, как метод диагностики заболеваний.

Тема 11. Лазеротерапия

Физико-биологические основы лазерной терапии

Механизмы фотоактивации. Противовоспалительное и антирадикальное действие лазерного облучения. Лазерное облучение крови.

Фотодинамическая терапия

Фотодинамическая терапия – неинвазивный метод лечения рака. Порфирин как фотосенсибилизатор. Процесс фотодинамической терапии и механизмы деструкции раковой клетки. Фотодинамическая терапия кровеносных сосудов при дегенерации макулы и ангиопластике. Фотосенсибилизаторы второго поколения. Нанотехнологии в фотодинамической терапии.

Тема 12. Тепловые воздействия лазерного излучения на биоткани

1. Лазерная термотерапия

Теплофизические свойства тканей. Отвод тепла кровотоком. Лазерная гипертермия.

Лазерная термотерапия. Коррекция формы хрящей наружной лазеротерапией.

Внутриканевая лазерная фотокоагуляция. Кардиологический лазерный катетер.

2. Лазерная фотоабляция

Импульсная лазерная абляция биологических тканей. Динамика абляционного факела. УФ и ИК абляция. Кинетика декомпозиции ткани. Условия прецизионного удаления ткани. “Тепловые” и “нетепловые” воздействия на ткань. Лазерный разрез мягких тканей. Разрез твердой ткани лазерным излучением. Фото- и термоабляция костных тканей.

Тема 13. Лазерная абляция в жидкой среде. Ангиопластика

Эффективность контактной и неконтактной абляции. Особенности абляции в лазерном тромболлизисе. Сердечно-сосудистые катетеры для коронарной ангиопластики. Лазерная технология изготовления коронарных стентов. Импульсные лазеры в ангиопластике. Ограничения лазерной ангиопластики. Обработка варикозных вен (лазерная внутривенная абляция). Лазерная ангиопластика в среднем ИК диапазоне.

Тема 14. Лазерная литотрипсия. Механизмы разрушения камней

Импульсный лазер на кумариновом красителе. Двухдлинноволновый Nd:YAG лазер в литотрипсии. Гольмиевый лазер в урологии. Эффективность абляции мочевых камней. Ретропульсия. Гибкий уретроскоп и литотрипсия желчных камней. Резекция простаты гольмиевым лазером. Перспективные лазеры для литотрипсии. Er:YAG лазер.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Используются следующие формы учебной работы: лекции, практические занятия в группах, самостоятельная работа обучающегося (подготовка к выступлениям с презентациями), консультации.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Вопросы к практическим занятиям

Тема 1. Введение

На практическом занятии обучающиеся выступают с презентациями на темы:

- Методы измерения пространственной и временной когерентности лазерного излучения.
- Как измерить монохроматичность лазерного излучения?
- Расходимость, чем определяется расходимость лазерного излучения, способы уменьшения расходимости.

Тема 2. Квантовые усилители

На практическом занятии обучающиеся выступают с презентациями на темы:

- Получение инверсной населенности в трехуровневой схеме, условия получения инверсной населенности.
- Получение инверсной населенности в четырехуровневой схеме, преимущества четырехуровневой схемы по сравнению с трехуровневой.

Тема 3. Открытые резонаторы

На практическом занятии обучающиеся выступают с презентациями на темы:

- Гауссовы пучки, свойства гауссовых пучков.
- Матричная оптика.
- Преобразование гауссовых пучков в оптических схемах.

Тема 4. Режимы работы лазеров

На практическом занятии обучающиеся выступают с презентациями на темы:

- Методы реализации режима модуляции добротности, активная и пассивная модуляция добротности. Примеры реализации режима модуляции добротности в лазерах на YAG:Nd.
- Методы синхронизации мод, пассивная и активная синхронизация мод. Примеры реализации режима синхронизации мод.
- Методы измерения длительности излучения лазеров, работающих в режиме синхронизации мод.

Тема 5. Твердотельные лазеры

На практическом занятии обучающиеся выступают с презентациями на темы:

- Примеры построения непрерывного твердотельного лазера на кристалле YAG:Nd для медицинских приложений: оптическая схема, источник накачки, выходные параметры.
- Примеры построения импульсного твердотельного лазера на кристалле YAG:Nd для медицинских приложений: оптическая схема, источник накачки, выходные параметры.
- Лазеры на кристалле YAG:Er, оптическая схема, выходные параметры.

Тема 6. Газовые лазеры

На практическом занятии обучающиеся выступают с презентациями на темы:

- Промышленные лазеры на углекислом газе для медицинских приложений: принципы построения, параметры, области применения.
- Промышленные эксимерные лазеры для медицинских приложений: принципы построения, параметры, области применения.

Тема 7. Полупроводниковые лазеры

На практическом занятии обучающиеся выступают с презентациями на темы:

- Терапевтические полупроводниковые лазеры: принципы построения, выходные параметры (на конкретных примерах).
- Мощные твердотельные лазеры с полупроводниковой накачкой для медицинских приложений (примеры).
- Мощные волоконные лазеры с полупроводниковой накачкой для медицинских приложений (примеры).

Тема 8. Техника безопасности при работе с лазерной техникой

На практическом занятии обучающиеся выступают с презентациями на темы:

- Основные нормативные документы по лазерной безопасности. Правила эксплуатации лазеров медицинского назначения.
- Измерение допустимого уровня лазерного излучения.
- Классификация лазеров по степени опасности.
- Общие требования безопасности при эксплуатации лазерных установок: требования к помещению, к допуску персонала, индивидуальные средства защиты от лазерного излучения.

Тема 9. Свойства биологических тканей

На практическом занятии обучающиеся выступают с презентациями на темы:

- Оценка влияния различных механизмов на нагревание биологических тканей: теплопроводность, отвод тепла за счет кровотока, при различных длинах волн лазерного излучения и длительности и скважности лазерных импульсов (при подготовке доклада необходимо выбрать конкретную модель медицинского лазера).

Тема 10. Лазерная диагностика

На практическом занятии обучающиеся выступают с презентациями на темы:

- Диодный газоанализатор в биоанализе.
- Люминесцентный анализ.
- Томография, как метод диагностики заболеваний.

Тема 11. Лазеротерапия

На практическом занятии обучающиеся выступают с презентациями на темы:

- Механизмы фотоактивации.
- Противовоспалительное и антирадикальное действие лазерного облучения.
- Лазерное облучение крови.
- Фотодинамическая терапия – неинвазивный метод лечения рака. Порфилин как фотосенсибилизатор. Процесс фотодинамической терапии и механизмы деструкции раковой клетки.

- Фотодинамическая терапия кровеносных сосудов при дегенерации макулы и ангиопластике.
- Фотосенсибилизаторы второго поколения. Нанотехнологии в фотодинамической терапии.

Тема 12. Тепловые воздействия лазерного излучения на биоткани

На практическом занятии обучающиеся выступают с презентациями на темы:

- Теплофизические свойства тканей. Отвод тепла кровотоком.
- Лазерная гипертермия. Лазерная термотерапия.
- Коррекция формы хрящей наружной лазеротерапией.
- Внутритканевая лазерная фотокоагуляция.
- Кардиологический лазерный катетер.
- Импульсная лазерная абляция биологических тканей. Динамика абляционного факела.
- УФ и ИК абляция. Кинетика декомпозиции ткани. Условия прецизионного удаления ткани.
- “Тепловые” и “нетепловые” воздействия на ткань. Лазерный разрез мягких тканей.
- Разрез твердой ткани лазерным излучением.
- Фото- и термоабляция костных тканей.

Тема 13. Лазерная абляция в жидкой среде. Ангиопластика

На практическом занятии обучающиеся выступают с презентациями на темы:

- Эффективность контактной и неконтактной абляции.
- Особенности абляции в лазерном тромболлизисе.
- Сердечно-сосудистые катетеры для коронарной ангиопластики.
- Лазерная технология изготовления коронарных стентов.
- Импульсные лазеры в ангиопластике. Ограничения лазерной ангиопластики.
- Обработка варикозных вен (лазерная внутривенная абляция).
- Лазерная ангиопластика в среднем ИК диапазоне.

Тема 14. Лазерная литотрипсия. Механизмы разрушения камней

На практическом занятии обучающиеся выступают с презентациями на темы:

- Импульсный лазер на кумариновом красителе.
- Двухдлинноволновый Nd:YAG лазер в литотрипсии.
- Гольмиевый лазер в урологии. Эффективность абляции мочевого камня. Ретропульсия.
- Гибкий уретроскоп и литотрипсия желчных камней.
- Резекция простаты гольмиевым лазером.
- Перспективные лазеры для литотрипсии.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

7.1 Регламент дисциплины

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Регламент балльно-рейтинговой системы:

Текущий контроль знаний обучающихся осуществляется по результатам выступлений с докладами на практических занятиях. При выставлении оценки учитываются понимание излагаемого материала, логичность построения рассуждений, умение изложить в понятной форме докладываемый материал другим обучающимся в группе, умение оформить презентацию, ответы на вопросы обучающихся и дополнительные вопросы преподавателя, умение вести дискуссию. В течение семестра обучающийся готовит не менее 3 презентаций. Максимальная оценка за презентацию 13 баллов. Также оценивается участие обучающегося в дискуссии по теме, подготовленной

другим обучающимся. При этом учитывается активность обучающегося, его общие знания по обсуждаемой теме, умение сформулировать вопрос, умение вести дискуссию. Оценка за активность на практических занятиях выставляется в конце семестра. Максимальная оценка за активную работу на практических занятиях составляет 11 баллов.

Максимальная оценка на экзамене – 50 баллов. Она складывается из ответа на 2 теоретических вопроса (каждый по 20 баллов) и, при успешном ответе на вопросы, ответа на качественный вопрос, не обсуждавшийся на лекциях и практических занятиях, требующий сообразительности и хороших знаний в рамках всего курса (10 баллов).

Баллы за работу в течение семестра распределяются следующим образом:

13 баллов – доклад с презентацией №1

13 баллов – доклад с презентацией №2

13 баллов – доклад с презентацией №3

11 баллов – устный опрос на практических занятиях

Итого: 13+13+13+11=50 баллов

7.2. Оценочные средства текущего контроля

Примерные темы докладов на практических занятиях:

1. Методы измерения пространственной и временной когерентности лазерного излучения.
2. Как измерить монохроматичность лазерного излучения?
3. Расходимость, чем определяется расходимость лазерного излучения, способы уменьшения расходимости.
4. Получение инверсной населенности в трехуровневой схеме, условия получения инверсной населенности.
5. Получение инверсной населенности в четырехуровневой схеме, преимущества четырехуровневой схемы по сравнению с трехуровневой.
6. Гауссовы пучки, свойства гауссовых пучков.
7. Матричная оптика.
8. Преобразование гауссовых пучков в оптических схемах.
9. Методы реализации режима модуляции добротности, активная и пассивная модуляция добротности. Примеры реализации режима модуляции добротности в лазерах на YAG:Nd.
10. Методы синхронизации мод, пассивная и активная синхронизация мод. Примеры реализации режима синхронизации мод.
11. Методы измерения длительности излучения лазеров, работающих в режиме синхронизации мод.
12. Примеры построения непрерывного твердотельного лазера на кристалле YAG:Nd для медицинских приложений: оптическая схема, источник накачки, выходные параметры.
13. Примеры построения импульсного твердотельного лазера на кристалле YAG:Nd для медицинских приложений: оптическая схема, источник накачки, выходные параметры.
14. Лазеры на кристалле YAG:Er, оптическая схема, выходные параметры.
15. Промышленные лазеры на углекислом газе для медицинских приложений: принципы построения, параметры, области применения.
16. Промышленные эксимерные лазеры для медицинских приложений: принципы построения, параметры, области применения.
17. Терапевтические полупроводниковые лазеры: принципы построения, выходные параметры (на конкретных примерах).
18. Мощные твердотельные лазеры с полупроводниковой накачкой для медицинских

- приложений (примеры).
19. Мощные волоконные лазеры с полупроводниковой накачкой для медицинских приложений (примеры).
 20. Основные нормативные документы по лазерной безопасности. Правила эксплуатации лазеров медицинского назначения.
 21. Измерение допустимого уровня лазерного излучения.
 22. Классификация лазеров по степени опасности.
 23. Общие требования безопасности при эксплуатации лазерных установок: требования к помещению, к допуску персонала, индивидуальные средства защиты от лазерного излучения.
 24. Оценка влияния различных механизмов на нагревание биологических тканей: теплопроводность, отвод тепла за счет кровотока, при различных длинах волн лазерного излучения и длительности и скважности лазерных импульсов (при подготовке доклада необходимо выбрать конкретную модель медицинского лазера).
 25. Диодный газоанализатор в биоанализе.
 26. Люминесцентный анализ.
 27. Томография, как метод диагностики заболеваний.
 28. Механизмы фотоактивации.
 29. Противовоспалительное и антирадикальное действие лазерного облучения.
 30. Лазерное облучение крови.
 31. Фотодинамическая терапия – неинвазивный метод лечения рака. Порфирин как фотосенсибилизатор. Процесс фотодинамической терапии и механизмы деструкции раковой клетки.
 32. Фотодинамическая терапия кровеносных сосудов при дегенерации макулы и ангиопластике.
 33. Фотосенсибилизаторы второго поколения. Нанотехнологии в фотодинамической терапии.
 34. Теплофизические свойства тканей. Отвод тепла кровотоком.
 35. Лазерная гипертермия. Лазерная термотерапия.
 36. Коррекция формы хрящей наружной лазеротерапией.
 37. Внутритканевая лазерная фотокоагуляция.
 38. Кардиологический лазерный катетер.
 39. Импульсная лазерная абляция биологических тканей. Динамика абляционного факела.
 40. УФ и ИК абляция. Кинетика декомпозиции ткани. Условия прецизионного удаления ткани.
 41. “Тепловые” и “нетепловые” воздействия на ткань. Лазерный разрез мягких тканей.
 42. Разрез твердой ткани лазерным излучением.
 43. Фото- и термоабляция костных тканей.
 44. Эффективность контактной и неконтактной абляции.
 45. Особенности абляции в лазерном тромболлизисе.
 46. Сердечно-сосудистые катетеры для коронарной ангиопластики.
 47. Лазерная технология изготовления коронарных стентов.
 48. Импульсные лазеры в ангиопластике. Ограничения лазерной ангиопластики.
 49. Обработка варикозных вен (лазерная внутривенная абляция).
 50. Лазерная ангиопластика в среднем ИК диапазоне.
 51. Импульсный лазер на кумариновом красителе.
 52. Двухдлинноволновый Nd:YAG лазер в литотрипсии.
 53. Гольмиевый лазер в урологии. Эффективность абляции мочевых камней. Ретропульсия.
 54. Гибкий уретроскоп и литотрипсия желчных камней.
 55. Резекция простаты гольмиевым лазером.

56. Перспективные лазеры для литотрипсии.

7.3. Вопросы к экзамену

1. Спонтанные и вынужденные переходы, коэффициенты Эйнштейна.
2. Свойства лазерного излучения: пространственная и временная когерентность, монохроматичность, расходимость.
3. Уравнение переноса излучения в усиливающей среде. Коэффициент усиления.
4. Инверсия населенностей. Понятие отрицательной температуры. Основные методы создания инверсии в средах.
5. Трехуровневые системы. Преимущества четырехуровневых систем.
6. Открытые резонаторы. Спектр мод резонатора. Типы открытых резонаторов.
7. Гауссовы пучки. Преобразование гауссовых пучков в оптических системах.
8. Режим стационарной генерации. Режим модуляции добротности. Синхронизация мод.
9. Методы реализации режимов модуляции добротности и синхронизации мод.
10. Уровни энергии редкоземельных и переходных ионов в кристаллах. Лазеры на кристаллах рубина и алюмоиттриевого граната, активированного ионами Nd^{3+} .
11. Атомные лазеры. Гелий-неоновый лазер.
12. Молекулярные лазеры. Лазер на углекислом газе.
13. Эксимерные лазеры.
14. Промышленные лазеры на углекислом газе для медицинских приложений: принципы построения, параметры, области применения.
15. Промышленные эксимерные лазеры для медицинских приложений: принципы построения, параметры, области применения.
16. Условия создания инверсной населенности в полупроводниках.
17. Усиление излучения в p-n переходе вырожденных полупроводников. Принцип действия и конструкция инжекционного лазера на p-n переходе.
18. Принцип действия и устройство лазера на гетеропереходе.
19. Твердотельные лазеры с полупроводниковой накачкой.
20. Терапевтические полупроводниковые лазеры.
21. Мощные твердотельные и волоконные лазеры с полупроводниковой накачкой для медицинских приложений.
22. Общие требования безопасности при эксплуатации лазерных установок: требования к помещению, к допуску персонала.
23. Оптические свойства тканей. Теплофизические свойства тканей. Оптический и термический перенос энергии.
24. Диодный газоанализатор в биоанализе.
25. Томография, как метод диагностики заболеваний.
26. Фотодинамическая терапия – неинвазивный метод лечения рака. Порфирин как фотосенсибилизатор. Процесс фотодинамической терапии и механизмы деструкции раковой клетки.
27. Фотодинамическая терапия кровеносных сосудов при дегенерации макулы и ангиопластике.
28. Фотосенсибилизаторы второго поколения. Нанотехнологии в фотодинамической терапии.
29. Теплофизические свойства тканей. Отвод тепла кровотоком. Лазерная гипертермия. Лазерная термотерапия. Коррекция формы хрящей наружной лазеротерапией. Внутритканевая лазерная фотокоагуляция. Кардиологический лазерный катетер.
30. Импульсная лазерная абляция биологических тканей. Кинетика декомпозиции ткани. Лазерный разрез мягких тканей. Разрез твердой ткани лазерным излучением. Фото- и термоабляция костных тканей.
31. Импульсные лазеры в ангиопластике. Ограничения лазерной ангиопластики.
32. Лазерная ангиопластика в среднем ИК диапазоне.
33. Двухдлинноволновый Nd:YAG лазер в литотрипсии.

34. Гольмиевый лазер в урологии. Эффективность абляции мочевого камня.
35. Гибкий уретроскоп и литотрипсия желчных камней. Резекция простаты гольмиевым лазером.
36. Перспективные лазеры для литотрипсии. Er:YAG лазер.

7.4. Таблица соответствия компетенций, критериев оценки их освоения и оценочных средств

Компетенции обучающегося, перечисленные в разделе 3 данной программы, приобретаются посредством разбора и проработки лекционного материала, посредством работы во время аудиторных занятий и посредством самостоятельной работы, предусмотренных учебным планом.

Индекс компетенции	Расшифровка компетенции	Показатель формирования компетенции для данной дисциплины	Способы приобретения	Оценочные средства
ПК-15	готовностью составлять заявки на запасные детали и расходные материалы, а также на поверку и калибровку аппаратуры	Знать принципы построения лазерных систем медицинского назначения, уметь настраивать лазерные системы медицинского назначения, осуществлять диагностику неисправностей, проводить необходимые профилактические работы, владеть навыками проведения юстировки оптических резонаторов, измерения параметров лазерного излучения; техникой безопасности при работе с лазерным оборудованием медицинского назначения.	Компетенция приобретается посредством разбора и проработки лекционного материала, посредством выступления с докладами на практических занятиях, обсуждении докладов других обучающихся и посредством самостоятельной работы, предусмотренных учебным планом	Экзаменационные вопросы №27-36, обсуждение выступлений с докладами на практических занятиях по выбору из списка предложенных тем №29-56, устные опросы на практических занятиях по темам №7-14.
ПК-22	готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации на изделия и устройства медицинского и экологического назначения стандартам,	Знать основы квантовой электроники, принципы построения лазерных систем медицинского назначения, физические механизмы взаимодействия лазерного излучения с биологическими тканями; должен уметь оценивать возможность применения конкретной лазерной системы для медицинских процедур;	Компетенция приобретается посредством разбора и проработки лекционного материала, посредством выступления с докладами на практических занятиях, обсуждении докладов	Экзаменационные вопросы №1-26, обсуждение выступлений с докладами на практических занятиях по темам из предложенных №1-28, устные опросы на практических

	техническим условиям и другим нормативным документам	владеть техникой безопасности при работе с лазерным оборудованием медицинского назначения; принципами разработки лазерных систем медицинского назначения; должен демонстрировать способность и готовность: к дальнейшему обучению, применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности при эксплуатации и разработке лазерных систем медицинского назначения.	других обучающихся и посредством самостоятельно работы, предусмотренных учебным планом	занятиях по темам № 1-7.
--	--	--	--	--------------------------

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Можно выделить несколько видов самостоятельной работы обучающихся при изучении дисциплины.

Разбор и усвоение лекционного материала. После каждой лекции обучающемуся следует внимательно прочитать и разобрать конспект, при этом:

- Понять и запомнить все новые определения.
- Понять все математические выкладки и лежащие в их основе физические положения и допущения; воспроизвести все выкладки самостоятельно, не глядя в конспект.
- Выполнить или доделать выкладки, которые лектор предписал сделать самостоятельно (если таковые имеются).
- Если лектор предписал разобрать часть материала более подробно самостоятельно по доступным письменным или электронным источникам, то необходимо своевременно это сделать.
- При возникновении каких-либо трудностей с пониманием материала рекомендуется попросить помощи у своих одногруппников или сокурсников. Также можно обратиться за помощью к лектору. Для этого можно лично подойти к преподавателю, либо написать ему электронное письмо, сформулировав в нём возникающие вопросы. К письму можно прикрепить какие-либо электронные материалы, связанные с возникшими вопросами, например, отсканированные или сфотографированные листочки с рукописными комментариями, пометками, выкладками и т.п.

Самостоятельное изучение части материала. Если часть учебного материала отведена на самостоятельное изучение, то необходимо приступить к этому незамедлительно после указания преподавателя и освоить материал в отведенные им сроки. Материал следует изучить по доступным письменным и электронным источникам, о которых сообщит преподаватель.

По вопросам большинства тем самостоятельная работа обучающихся заключается в подготовке докладов с презентациями. Проверка знаний обучающихся по этим темам осуществляется по подготовленным ими презентациям, которые заслушиваются на практических занятиях и обсуждаются в форме дискуссии. Дискуссия продолжается до полного понимания, излагаемой докладчиком темы, всеми обучающимися в группе,

преподаватель задает дополнительные вопросы по рассматриваемой теме. В случае если докладчик не может объяснить основных положений данной темы, физики рассматриваемых явлений доклад переносится на следующее занятие. Для правильного выбора темы доклада преподаватель предоставляет примерные темы докладов, примеры которых приведены в разделе 7.2.

Подготовка к устному опросу. Устный опрос проводится с целью проверить, как на данном этапе обучения усвоен лекционный материал и/или материал, отведённый на самостоятельное изучение. Рекомендации по изучению соответствующих материалов приведены выше. При подготовке следует иметь в виду, что во время устного опроса:

- нужно уметь сформулировать определения изученных величин, понятий и т.д.;
- нужно уметь сформулировать изученные законы, теоремы, утверждения, постулаты и т.д.,
- по каждой теме или подтеме нужно уметь вкратце словами раскрыть суть того, что в ней излагается;
- нужно уметь сформулировать словами, на чем основаны доказательства изученных утверждений и формул, указать сделанные при этом приближения и принятые допущения.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

9.1. Основная литература:

Быков В.П. Лазерная электродинамика. М.: "Физматлит", 2006 г. - 378 с.
<http://e.lanbook.com/view/book/48242/page75/>

Медицинская и биологическая физика. Практ.: Учеб. пос. / В.Г.Лещенко, Г.К.Ильич и др.; Под ред. В.Г.Лещенко - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013 - 334 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавр.). (п) ISBN 978-5-16-006664-6, 1500 экз.

<http://znanium.com/bookread2.php?book=406747>

Семенов, А. Б. Волоконно-оптические подсистемы современных СКС [Электронный ресурс] / А. Б. Семенов. - М.: Академия АйТи; ДМК Пресс, 2009. - 632 с.: ил. - ISBN 5-98453-025-2.

<http://znanium.com/bookread2.php?book=407191>

9.2. Дополнительная литература:

Гусев, В. Г. Оптические и оптоэлектронные устройства для биологии и медицины (в вопросах и ответах) [Электронный ресурс] : учеб.пособие / В. Г. Гусев, Т. В. Мирина, Н. В. Мирин. – 2-е изд., стер. – М.: ФЛИНТА, 2012. – 266 с. - ISBN 978-5-9765-1520-8
<http://znanium.com/bookread2.php?book=456262>

Ландсберг Г.С. Оптика. М.: "Физматлит", 2010 г. - 848 с.
<http://e.lanbook.com/view/book/2238/>

9.3. Интернет-ресурсы:

1. Сетевые ресурсы библиотеки КФУ - http://portal.kpfu.ru/main_page?p_sub=8224
2. Электронно-библиотечная система Znanium - <http://znanium.com>

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Освоение дисциплины "Лазерная техника в медицине" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Принтер и ксерокс для создания раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 30 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже IntelCore i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВО) нового поколения.

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, УМК, 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 профессионального 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.

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии".

Автор(ы):

Никитин С.И.

Рецензент(ы):

Юсупов Р.В.

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии Института физики «16» _____ сентября _____ 2015 г.