

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Амурский государственный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной работе

А.В. Лейфа

2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Физика лазеров и радиационная физика

Направление подготовки	03.03.02 Физика
Квалификация выпускника	бакалавр
Программа подготовки	академический бакалавриат
Год набора	2020
Форма обучения	очная
Курс 4	Семестр 7, 8
Экзамен 7, 8 семестр, 72 (акад. час)	
Лекции	26 (акад. час)
Практические занятия	64 (акад. час)
Самостоятельная работа	126 (акад. час.)
Общая трудоемкость дисциплины	288 (акад. час.), 8 (з.е.)

Составитель **И.В. Верхотурова, доцент, канд. физ.-мат. наук**

Факультет **инженерно – физический**
Кафедра **физики**

2020 г.

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики

« 15 » 05 2020 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой  Е.В. Стукова

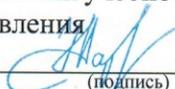
Рабочая программа одобрена на заседании УМС направления подготовки 03.03.02 Физика

« 20 » 05 2020 г., протокол № 1

Председатель  Е.В. Стукова

СОГЛАСОВАНО

Начальник учебно-методического
управления

 Н.А. Чалкина
(подпись)

« 25 » 05 2020 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой

 Е.В. Стукова
(подпись)

« 20 » 05 2020 г.

СОГЛАСОВАНО

И.о. директора научной библиотеки

 О.В. Петрович
(подпись, И.О.Ф.)

« 25 » 05 2020 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – формирование у студентов уровня знаний соответствующего современному состоянию вопросов теории лазерной генерации и изучение свойств радиационного излучения и его воздействия на биологические объекты.

Задачи дисциплины:

- изучение теоретических основ генерации лазерного излучения;
- ознакомление с основными типами лазеров, их устройством и их возможностями;
- углубленное изучение механизмов взаимодействия радиационного излучения с веществом;
- ознакомление с основными видами радиации и ее биологическим воздействием;
- освоение понятий и принципов радиационной дозиметрии;
- изучение основ радиационной безопасности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Физика лазеров и радиационная физика» относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана образовательной программы. Освоение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении: дисциплин модуля «Математика», дисциплины «Общая физика», дисциплин модуля «Теоретическая физика».

Знания, полученные в ходе освоения дисциплины «Физика лазеров и радиационная физика» могут применяться при изучении дисциплин «Экспериментальные методы в физике», «Медицинская физика», а также при выполнении производственной практики (научно-исследовательская работа), преддипломной практики, выпускной квалификационной работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3);
- способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин (ПК-4);

В результате освоения дисциплины «Физика лазеров и радиационная физика» студент должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) **Знать:** основные понятия и законы квантовой механики, оптики, электродинамики, атомной и ядерной физики применяемые для описания теории лазерной генерации в оптических квантовых генераторах и взаимодействия радиационного излучения с веществом; основы теории лазерной генерации в оптическом квантовом генераторе; основные механизмы, происходящие при взаимодействии радиационного излучения с веществом и биологическими объектами (ПК – 3, ПК-4)

2) **Уметь:** применять основные законы квантовой механики, оптики, электродинамики, атомной и ядерной физики для освоения знаний в области физики лазеров и радиационной физики; описывать процесс генерации лазерного излучения в различных типах лазеров; описывать назначение и принцип работы основных элементов ОКГ; определять и описывать механизмы, происходящие при взаимодействии радиационного излучения с веществом; определять возможные последствия воздействия радиационного излучения на вещество и биологические объекты (ПК – 3, ПК-4);

3) **Владеть:** теоретическими знаниями и математическим аппаратом для решения простейших задач физики лазеров и радиационной физики; методами обработки и анализа физических процессов, происходящих при описании генерации лазерного излучения и при взаимодействии радиационного излучения с веществом (ПК – 3, ПК-4).

4. МАТРИЦА КОМПЕТЕНЦИЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Темы, разделы дисциплины	Компетенции	
	(ПК-3)	(ПК-4)
7 Семестр Модуль «Физика лазеров»		
Тема 1. Исходные концепции	+	+
Тема 2. Взаимодействие излучения с атомами и ионами	+	+
Тема 3. Распространение лучей и волн в оптических средах	+	+
Тема 4. Пассивные оптические резонаторы	+	+
Тема 5. Процессы накачки	+	+
Тема 6. Непрерывный режим работы лазера	+	+
Тема 7. Нестационарный режим работы лазера	+	+
Тема 8. Типы лазеров	+	+
8 Семестр Модуль «Радиационная физика»		
Тема 1. Элементы ядерной физики.	+	+
Тема 2. Единицы измерения и характеристики ионизирующих излучений.	+	+
Тема 3. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом.	+	+
Тема 4. Основы радиационной дозиметрии.	+	+
Тема 5. Естественные и искусственные источники радиации	+	+
Тема 6. Биологическое действие радиации	+	+
Тема 7. Основы радиационной безопасности	+	+

5. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 з.е., 288 акад.часов.

№ п/п	Тема дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в академических часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практ. занятия	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8
7 семестр							
1	<i>Модуль «Физика лазеров»</i>	7	1-17				<i>Итоговый тест по модулю</i>
2	Тема 1. Исходные концепции	7	1	2	4	5	ДЗ
3	Тема 2. Взаимодействие излучения с атомами и ионами	7	3	2	4	5	ДЗ
4	Тема 3. Распространение лучей и волн в оптических средах	7	5	2	4	5	ДЗ
5	Тема 4. Пассивные оптические резонаторы	7	7	2	4	10	ДЗ, КР
6	Тема 5. Процессы накачки	7	9	2	4	10	КЛ

1	2	3	4	5	6	7	8
7	Тема 6. Непрерывный режим работы лазера	7	11	2	4	5	
8	Тема 7. Нестационарный режим работы лазера	7	13	2	4	5	
9	Тема 8. Типы лазеров	7	15	2	6	13	Д, ИТ
10	Итого в 7 семестре			16	34	58	Экзамен, 36 акад. часов
8 семестр							
11	<i>Модуль «Радиационная физика»</i>	8	1-10				<i>Итоговый тест по модулю</i>
12	Тема 1. Элементы ядерной физики.	8	1	1	4	10	ДЗ
13	Тема 2. Единицы измерения и характеристики ионизирующих излучений.	8	2	1	4	8	
14	Тема 3. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом.	8	3-7	2	4	10	ДЗ, КР
15	Тема 4. Основы радиационной дозиметрии.	8	7	2	4	10	ДЗ, КЛ
16	Тема 5. Естественные и искусственные источники радиации	8	8	2	4	10	
17	Тема 6. Биологическое действие радиации	8	9	1	4	10	
18	Тема 7. Основы радиационной безопасности	8	10	1	6	10	ИТ
19	Итого в 8 семестре	8		10	30	68	Экзамен, 36 акад. часов
20	Всего			26	64	126	Экзамен, 72 акад. часа

ДЗ – выполнение домашних заданий; Д – устный доклад по теме (с презентацией) студента; КЛ – коллоквиум; КР – контрольная работа; ИТ – итоговый тест по модулю (по всем темам модуля).

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
<i>Модуль «Физика лазеров»</i>		
1	Тема 1. Исходные концепции	Спонтанное и вынужденное излучение, поглощение. Принцип работы лазера. Схемы накачки. Типы лазеров. Материалы, применяемые в качестве активных сред в лазерах. Свойства лазерного излучения. Применение лазеров.
2	Тема 2. Взаимодействие излучения с атомами и ионами	Основы теории излучения черного тела. Спонтанное излучение. Поглощение и вынужденное излучение.

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
		Механизмы уширения линий. Безызлучательные переходы и передача энергии. Уровни с вырожденными или сильно связанными подуровнями. Насыщение. Люминесценция в оптически плотной среде.
3	Тема 3. Распространение лучей и волн в оптических средах	Матричное представление геометрической оптики. Отражение и пропускание волн на границе раздела диэлектриков. Многослойные диэлектрические покрытия. Интерферометр Фабри-Перо. Дифракционная оптика в парааксиальном приближении. Гауссовы пучки.
4	Тема 4. Пассивные оптические резонаторы	Типы резонаторов. Собственные моды и собственные значения. Модовые конфигурации. Время жизни фотона и добротность резонатора. Критерий устойчивости резонатора. Устойчивые резонаторы. Неустойчивые резонаторы. Согласование резонаторов.
5	Тема 5. Процессы накачки	Оптическая накачка некогерентным источником света. Накачка лазерным излучением. Накачка в электрическом разряде.
6	Тема 6. Непрерывный режим работы лазера	Скоростные уравнения. Пороговые условия и выходная мощность. Оптимальная связь на выходе лазера. Перестройка частоты и генерации лазера. Причины возникновения многомодовой конфигурации. Одномодовый режим генерации. Затягивание частоты и предел монохроматичности. Флуктуации частоты генерации и стабилизация частоты лазера. Шум и интенсивность излучения и методы его уменьшения.
7	Тема 7. Нестационарный режим работы лазера	Релаксационные колебания. Модуляция добротности. Режим синхронизации мод. Разгрузка резонатора.
8	Тема 8. Типы лазеров	Твердотельные лазеры. Полупроводниковые лазеры. Лазеры на красителях. Газовые лазеры. Химические лазеры. Лазеры на свободных электронах. Лазеры на центрах окраски. Рентгеновские лазеры.
<i>Модуль «Радиационная физика»</i>		
9	Тема 1. Элементы ядерной физики.	Строение ядра атома. Изотопы. Масса и энергия связи ядра. Ядерные силы и их свойства. Радиоактивность (альфа, бета – распады, гамма-излучение ядер, источники нейтронов на основе радионуклида). Явление радиоактивности. Закономерности радиоактивных превращений. Виды радиоактивных излучений.
10	Тема 2. Единицы измерения и характеристики ионизирующих излучений.	Терминология. Активность радионуклида в источнике. Характеристики поля ионизирующего излучения (интегральные потоковые характеристики поля излучения, дозовые характеристики поля излучения) Основные характеристики источников излучения Характеристики источников фотонного излучения. Характеристики источников нейтронов.

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
11	Тема 3. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом.	Общие законы ослабления излучений в веществе (ослабление излучений в геометрии узкого пучка, геометрия широкого пучка). Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом. Взаимодействие легких заряженных частиц с веществом. Взаимодействие фотонного излучения с веществом. Взаимодействие нейтронов с веществом.
12	Тема 4. Основы радиационной дозиметрии.	Количественная мера воздействия излучения на вещество. Дозы облучения. Дозиметрические приборы.
13	Тема 5. Естественные и искусственные источники радиации.	Естественные источники радиации (космическая радиация, биосферная радиация). Облучение естественным радиационным фоном. Искусственные источники радиации (электрофизические установки, радионуклидные источники). Применение источников радиации в различных областях деятельности человека.
14	Тема 6. Биологическое действие радиации.	Действие ионизирующих излучений на организм человека. Основные эффекты действия ионизирующих излучений на клетку. Радиочувствительность тканей, органов. Возможные последствия облучения людей.
15	Тема 7. Основы радиационной безопасности	Гигиенические аспекты радиационной безопасности. Нормативные и государственные документы по радиационной безопасности.

6.2 Практические занятия

Практические занятия направлены на формирование у студентов навыка расчета различных параметров оптического квантового генератора; расчета механизмов, происходящих при взаимодействии радиационного излучения с веществом и количественной меры воздействия радиационного излучения на вещество и биологические объекты.

Практические занятия по дисциплине предусматривают решение задач по определенным темам дисциплины, выполнение ДЗ. На занятии разбираются несколько типовых задач, с подробным обсуждением алгоритма решения и полученных результатов, остальные задачи студенты решают самостоятельно.

Часть занятий проводится в виде семинаров с целью более подробного рассмотрения наиболее важных вопросов.

Так же на практических занятиях осуществляется текущий контроль знаний студентов по темам дисциплины в виде: коллоквиума и контрольной работы.

№	Тематика практических занятий	Содержание занятия	Кол-во академ. часов	Форма Контроля
<i>7 семестр Модуль «Физика лазеров»</i>				
1	Тема 1. Исходные концепции	Решение задач	4	ДЗ
2	Тема 2. Взаимодействие излучения с атомами и ионами	Решение задач	4	ДЗ
3	Тема 3. Распространение лучей и	Решение задач	4	ДЗ

	волн в оптических средах			
4	Тема 4. Пассивные оптические резонаторы	Решение задач	4	ДЗ
5	Темы 1-3	Выполнение контрольной работы	4	КР
6	Тема 5. Процессы накачки	Семинар	4	
7	Темы 1-5	Коллоквиум	4	КЛ
8	Тема 6. . Непрерывный режим работы лазера	Семинар	4	
9	Тема 7. Нестационарный режим работы лазера	Семинар	4	
10	Тема 8. Типы лазеров	Семинар. Устный доклад студента по типу лазера с презентацией.	6	ДИТ
11	<i>Итого за 7 семестр</i>		<i>34</i>	
<i>8 семестр Модуль «Радиационная физика»</i>				
12	Тема 1. Элементы ядерной физики.	Решение задач	4	ДЗ
13	Тема 2. Единицы измерения и характеристики ионизирующих излучений.	Семинар	4	
14	Тема 3. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом.	Решение задач	2	ДЗ
15	Темы 1,3,4	Выполнение контрольной работы	2	КР
16	Тема 4. Основы радиационной дозиметрии	Семинар	2	
17	Темы 1 -4	Коллоквиум	2	КЛ
18	Тема 5. Естественные и искусственные источники радиации	Семинар	4	
19	Тема 6. Биологическое действие радиации	Семинар	4	
20	Тема 7. Основы радиационной безопасности	Семинар. Выполнение итогового теста по модулю	6	ИТ
21	<i>Итого за 8 семестр</i>		<i>30</i>	

Темы докладов

1. Рубиновый лазер
2. Nd: YAG – лазер
3. Лазер на стекле с неодимом
4. Волоконные лазеры
5. Гелий-неоновый лазер
6. Лазер на парах меди и золота
7. Аргоновый лазер
8. He-Cd лазер
9. CO₂ – лазер
10. СО –лазер
11. Азотный лазер
12. Экимерные лазеры
13. Лазеры на красителях
14. Лазеры на HF

15. Полупроводниковые лазеры
16. Лазеры на центрах окраски
17. Лазеры на свободных электронах
18. Рентгеновских лазеры

Основные пункты доклада

1. Введение (историческая справка). Применение данного типа лазера.
2. Активная среда:
 - химические элементы, схемы энергетических уровней;
 - кинетические уравнения;
 - способ создания инверсии населенностей.
3. Устройство резонатора:
 - тип;
 - технические приспособления.
4. Энергетические характеристики лазера.
5. Достоинства и недостатки данного типа лазера.
6. Предложения по улучшению характеристик лазера.

7.САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

К самостоятельной внеаудиторной работы студентов относятся следующие виды деятельности:

- 1) подготовка к практическим занятиям (ППЗ),
- 2) подготовка к итоговым тестам по модулям (ПИТ),
- 3) подготовка к коллоквиуму (ПКЛ),
- 4) подготовка к контрольной работе (ПКР),
- 5) подготовка устного доклада с презентацией (Д),
- 6) выполнение домашних заданий (ДЗ),
- 7) подготовка к экзамену (ПЭ).

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоёмкость в акад. часах
<i>7 семестр Модуль «Физика лазеров»</i>			
1	Тема 1. Исходные концепции	ППЗ, ДЗ	5
2	Тема 2. Взаимодействие излучения с атомами и ионами	ППЗ, ДЗ	5
3	Тема 3. Распространение лучей и волн в оптических средах	ППЗ, ДЗ	5
4	Тема 4. Пассивные оптические резонаторы	ППЗ, ПКР	10
5	Тема 5. Процессы накачки	ППЗ, ПКЛ	10
6	Тема 6. Непрерывный режим работы лазера	ППЗ	5
7	Тема 7. Нестационарный режим работы лазера	ППЗ	15
8	Тема 8. Типы лазеров	ППЗ, Д, ПИТ	13
9	<i>Всего в 7 семестре по СР</i>		58
<i>8 семестр Модуль «Радиационная физика»</i>			
10	Тема 1. Элементы ядерной физики	ППЗ, ДЗ	10
11	Тема 2. Единицы измерения ионизирующих излучений. Характеристики источников	ППЗ	8
12	Тема 3. Взаимодействие излучений с веществом	ППЗ, ДЗ, ПКР	10
13	Тема 4. Основы радиационной дозиметрии	ППЗ, ДЗ, ПКЛ.	10
14	Тема 5. Естественные и искусственные источники радиации	ППЗ	10

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоёмкость в акад. часах
15	Тема 6. Биологическое действие радиации	ППЗ	10
16	Тема 7. Основы радиационной безопасности	ППЗ, ПИТ	10
17	<i>Всего в 8 семестре по СР</i>		68

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Физика лазеров и радиационная физика [Электронный ресурс]: сб. учебно-метод. материалов для направления подготовки 03.03.02/ АмГУ, ИФФ: сост. И.В. Верхотурова. – Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-т, 2018. – Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/9562.pdf

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Методы применяемые в обучении. В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

При реализации дисциплины «Физика лазеров и радиационная физика», используются традиционные и современные образовательные технологии.

При чтении лекций по данной дисциплине используется метод активного обучения «Проблемная лекция» и «Лекция-визуализация». При проведении практических занятий используется либо «Мозговой штурм» направленный на вовлечение всех студентов в решении конкретных задач. Из современных образовательных технологий применяются информационные и компьютерные технологии с привлечением к преподаванию мультимедийной техники и интернет ресурсов. При чтении лекций используются мультимедийные презентации, видео-демонстрации.

Демонстрационные фильмы (видео-демонстрации)

1. Вынужденное излучение.
2. Лазеры на рубине. Модуляция добротности.
3. Газовые лазеры. Полупроводниковые лазеры.
4. Жидкостные лазеры.
5. Конфигурация поля создаваемого лазерами.
6. Применение лазеров.

Разработан курс «Физика лазеров и радиационная физика» размещенный в модульной объектно-ориентированной динамической учебной среде Moodle на сайте АмГУ <http://moodle.amursu.ru/>

Инновационные методы контроля: итоговое тестирование.

Информационные системы. При разработке лекционных и практических занятий используются материалы электронных библиотек и электронные базы учебно-методических ресурсов, указанных в п.10 настоящей программы, а также электронный ресурс библиотеки АмГУ (<http://www.biblio@amursu.ru/>). Перечисленные электронные ресурсы также рекомендуются для самоподготовки студентов.

9. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Физика лазеров»

и радиационная физика»

9.1 Примерные экзаменационные вопросы (7 семестр)

1. Спонтанное и вынужденное излучение, поглощение. Коэффициенты Эйнштейна.
2. Принцип работы лазера. Условия для создания ОКГ.
3. Схемы накачки.
4. Типы лазеров.
5. Активные вещества твердотельных лазеров.
6. Активные вещества жидкостных лазеров.
7. Активные вещества полупроводниковых лазеров.
8. Активные вещества газовых лазеров.
9. Свойства лазерного излучения.
10. Применение лазеров.
11. Взаимодействие излучения с веществом: излучение черного тела.
12. Спонтанное излучение.
13. Поглощение и вынужденное излучение.
14. Сечение перехода, коэффициенты поглощения и усиления.
15. Механизмы уширения. Однородное уширение.
16. Механизмы уширения. Неоднородное уширение.
17. Безызлучательные переходы и передача энергии.
18. Совместное проявление спонтанных излучательных и безызлучательных процессов.
19. Совместное действие различных механизмов уширения линии.
20. Насыщение поглощения, однородно уширенная линия.
21. Насыщение усиления, однородно уширенная линия.
22. Неоднородно уширенная линия.
23. Люминесценция в оптически плотной среде.
24. Матричное представление геометрической оптики. Матрицы передачи.
25. Отражение и пропускание волн на границе раздела диэлектриков. Многослойные диэлектрические покрытия.
26. Интерферометр Фабри-Перо.
27. Дифракционная оптика в параксиальном приближении. Гауссовы пучки. Распространение в свободном пространстве.
28. Оптические резонаторы: плоскопараллельный, сферический, конфокальный, сферический общего вида, кольцевой.
29. Собственные моды и собственные значения оптических резонаторов. Модовые конфигурации.
30. Время жизни фотона в резонаторе. Добротность резонатора. Число Френеля. Свойства и основные функции резонатора. Виды потерь в резонаторе.
31. Критерий устойчивости резонатора.
32. Устойчивые резонаторы.
33. Неустойчивые резонаторы.
34. Согласование резонаторов.
35. Процессы накачки.
36. Оптическая накачка некогерентным источником.
37. Накачка лазерным излучением.
38. Процессы электрической накачки.
39. Непрерывный режим работы лазера. Скоростные уравнения: четырех и трехуровневый лазер.
40. Непрерывный режим работы лазера. Пороговое условие и выходная мощность.
41. Непрерывный режим работы лазера. Оптимальная связь на выходе лазера.
42. Перестройка частоты лазера.
43. Причины возникновения многомодовой генерации.

44. Одномодовый режимы генерации. Методы и схемы селекции мод: селекция поперечных типов колебаний, селекция продольных типов колебаний
45. Затягивание частоты и предел монохроматичности.
46. Флуктуации частоты генерации и стабилизация частоты лазера. Шум интенсивности излучения и методы его уменьшения.
47. Нестационарный режим работы лазера. Релаксационные колебания.
48. Нестационарный режим работы лазера. Модуляция добротности. Режим модуляции добротности. Теория активной модуляции.
49. Модуляторы лазерного излучения. Физические принципы, классификация основные требования к модуляторам лазерного излучения.
50. Модуляция усиления.
51. Режим синхронизации мод. Методы и системы синхронизации мод.
52. Твердотельные лазеры.
53. Лазеры на красителях.
54. Полупроводниковые лазеры.
55. Лазеры на нейтральных атомах.
56. Ионные лазеры.
57. Молекулярные газовые лазеры.
58. Химические лазеры.
59. Лазеры на свободных электронах.
60. Лазеры на центрах окраски.
61. Рентгеновские лазеры.

9.2 Примерные экзаменационные вопросы (8 семестр)

1. Строение ядра атома. Изотопы. Масса и энергия связи ядра. Ядерные силы и их свойства.
2. Радиоактивность (альфа, бета – распады, гамма-излучение ядер, источники нейтронов на основе радионуклида).
3. Явление радиоактивности. Закономерности радиоактивных превращений. Виды радиоактивных излучений.
4. Источники ионизирующих излучений (электрофизические установки, радионуклидные источники).
5. Терминология. Активность радионуклида в источнике.
6. Характеристики поля ионизирующего излучения (интегральные потоковые характеристики поля излучения, дозовые характеристики поля излучения)
7. Основные характеристики источников излучения
8. Характеристики источников фотонного излучения.
9. Характеристики источников нейтронов.
10. Общие законы ослабления излучений в веществе (ослабление излучений в геометрии узкого пучка, геометрия широкого пучка).
11. Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом.
12. Взаимодействие легких заряженных частиц с веществом (упругое и неупругое рассеяние, радиационное торможение электронов, пробег электронов в веществе).
13. Взаимодействие фотонного излучения с веществом (фотоэффект, комптоновское рассеяние, образование электронно-позитронных пар).
14. Взаимодействие нейтронов с веществом (кинематика рассеяния нейтронов, упругое рассеяние нейтронов, неупругие взаимодействия нейтронов, неупругое рассеяние нейтронов, взаимодействие с испусканием частиц, радиационный захват, активационное гамма-излучение).
15. Количественная мера воздействия излучения на вещество. Дозы облучения.
16. Дозиметрические приборы.
17. Космическая радиация
18. Биосферная радиация.
19. Облучение естественным радиационным фоном.

20. Источники излучения в медицине.
21. Ядерное оружие.
22. Ядерная энергетика.
23. Действие ионизирующих излучений на организм человека.
24. Образование свободных радикалов.
25. Основные эффекты действия ионизирующих излучений на клетку.
26. Радиочувствительность тканей, органов.
27. Возможные последствия облучения людей.
28. Действие малых доз радиации.
29. Гигиенические аспекты радиационной безопасности.
30. Нормативные и государственные документы по радиационной безопасности.

9.3 Критерии оценки

Текущий контроль за аудиторной и самостоятельной работой обучаемых осуществляется во время проведения лекционных и практических занятий посредством проверки выполнения домашних заданий, оценки устного доклада студента по подготовленной теме, проведения коллоквиума, контрольной работы и итогового теста по модулю.

Экзамен – промежуточный контроль осуществляется после успешного прохождения студентами текущего контроля. Экзамен сдается в конце учебного семестра. Форма сдачи экзамена – письменная. Минимальное значение рейтинговой оценки, набранной студентом по результатам текущего контроля по всем видам занятий, при котором студент допускается к сдаче экзамена, составляет 40 баллов.

Экзаменационный билет содержит теоретические вопросы и задачу. Экзамен проходит в письменной форме с последующей индивидуальной беседой преподавателя с экзаменуемым. На письменную работу над билетом отводится 1 акад. час.

Критерии оценки экзамена. Каждый пункт оценен определенным количеством баллов, до начала экзамена преподаватель озвучивает и отображает на доске шкалу перевода баллов в традиционную пятибалльную оценку. При изложении ответа на вопрос студент должен дать развернутые ответы на теоретические вопросы. Студент должен продемонстрировать ориентацию в материале, глубину знаний, междисциплинарные связи, владение специальными знаниями согласно программному материалу.

10.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Бакланов, Е. В. Основы лазерной физики : учебник / Е. В. Бакланов. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 131 с. — ISBN 978-5-7782-3368-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/91727.html>

2. Бекман, И. Н. Атомная и ядерная физика: радиоактивность и ионизирующие излучения : учебник для бакалавриата и магистратуры / И. Н. Бекман. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 398 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00439-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru/bcode/414798>

б) дополнительная литература:

1. Звелто, Орацио Принципы лазеров [Текст]: пер. с англ./ О.Звелто; под науч. ред. Т.А. Шмаонова.- 4-е изд.- СПб.: Лань, 2008.- 720 с. : рис. - Предм. указ. : с. 703 . - ISBN 978-5-8114-0844-3 (в пер.)

2. Чмерева, Т. М. Задачи по радиационной физике : учебное пособие / Т. М. Чмерева, Т. В. Климова. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 123 с. — ISBN 978-5-7410-1717-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71273.html>

3. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике [Текст] : учеб. пособие: рек. НМС Мин. обр.

РФ / И. Е. Иродов. - 10-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2006. - 416 с. : ил. - (Классическая учебная литература по физике) (Классические задачки и практикумы). - ISBN 5-8114-0319-4 (в пер.)

4. Реутов, А. Т. Физика лазеров. Часть 2. Основы теории лазеров : учебное пособие / А. Т. Реутов. — Москва : Российский университет дружбы народов, 2011. — 96 с. — ISBN 978-5-209-03654-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11534.html>

5. 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 // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93585>

6. Лазеры: применения и приложения : учебное пособие / А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов, С. В. Ивакин ; под редакцией А. С. Борейшо. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 520 с. — ISBN 978-5-8114-2234-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/87570>

7. Числов, Н. Н. Введение в радиационный контроль : учебное пособие / Н. Н. Числов, Д. Н. Числов. — Томск : Томский политехнический университет, 2014. — 199 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34653.html>

в) программное обеспечение и Интернет ресурсы

№	Перечень программного обеспечения (обеспеченного лицензией)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Операционная система MS Windows 7 Pro	Dream Spark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	http://e.lanbook.com	Представленная электронно-библиотечная система — это ресурс, включающий в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам.
2	http://www.iprbookshop.ru/	Электронно-библиотечная система IPRbooks — научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования.
3	http://elibrary.ru	Научная электронная библиотека журналов

г) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	http://window.edu.ru	Единое окно доступа к образовательным ресурсам
2	https://elibrary.ru/defaultx.asp	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU -

№	Наименование	Описание
		российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования
3	https://www.consultant.ru/	База данных законодательства РФ «Консультант Плюс»: кодексы, законы, указы, постановления Правительства РФ
4	https://scholar.google.ru/	Google Scholar —поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендации при подготовке и изучению лекционного материала. В процессе изучения лекционного материала рекомендуется использовать опорные конспекты, учебники и учебные пособия.

Подготовка к самостоятельной работе над лекционным материалом должна начинаться на самой лекции. В процессе лекционного занятия необходимо выделять важные моменты, выводы, анализировать основные положения. Если при изложении материала преподавателем создана проблемная ситуация, пытаться предугадать дальнейший ход рассуждений. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов.

Однако, как бы внимательно студент не слушал лекцию, большая часть информации вскоре после восприятия будет забыта. Лекцию необходимо конспектировать. Не надо стремиться подробно слово в слово записывать всю лекцию, конспектируйте только самое важное. Старайтесь отфильтровывать и сжимать подаваемый материал. По возможности записи ведите своими словами, своими формулировками.

Конспект лекций должен быть в отдельной тетради. Тетрадь для конспекта лекций также требует особого внимания. Ее нужно сделать удобной, практичной и полезной, ведь именно она является основным информативным источником при подготовке к различным отчетным занятиям, зачетам, экзаменам. После прослушивания лекции необходимо проработать и осмыслить полученный материал. От того насколько эффективно студент это делает, зависит и прочность усвоения знаний, и, соответственно, качество восприятия предстоящей лекции, так как он более целенаправленно будет её слушать.

Перед каждой последующей лекцией рекомендуется просмотреть материал по предыдущей лекции. Опыт показывает, что предсессионный штурм непродуктивен, материал запоминается ненадолго. Необходим систематический труд в течение всего семестра.

Рекомендации по подготовке к практическим занятиям. Для более глубокого усвоения материала полезно решать задачи. Умение решать задачи потребуется и на экзамене. Большинство вузов в билеты устного экзамена, помимо теоретических вопросов, включает одну или несколько задач, и во время экзамена вам, кроме дополнительных теоретических вопросов, может быть предложена задача. Экзаменаторы справедливо считают, что одним из критериев усвоения теории является способность решать задачи.

1. Для подготовки к практическим занятиям используйте конспекты лекций, учебники и учебные пособия, указанные в списке рекомендуемой основной и дополнительной литературы.

2. Просмотрите вопросы теории, освещающие разбираемую тему.

3. На практических занятиях целесообразно иметь при себе конспекты лекций, учебники и учебные пособия.

4. При выполнении домашних задач внимательно просмотрите решение аналогичных задач, рассматриваемых на учебных занятиях, осмыслите методы и методические приемы, используемые при их решении.

5. Освоив методику решения данного класса задач, приступайте к решению задач.

Общие рекомендации по организации самостоятельной работы. В высшей школе студент должен прежде всего сформировать потребность в знаниях и научиться учиться, приобрести навыки самостоятельной работы, необходимые для непрерывного самосовершенствования, развития профессиональных и интеллектуальных способностей.

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей. Самостоятельная работа сопровождается эффективным самоконтролем и оценкой ее результатов.

Для успешной самостоятельной работы студент должен планировать свое время и за основу рекомендуется брать рабочую программу учебной дисциплины.

Следует взять за правило: учиться ежедневно, начиная с первого дня семестра. Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 3–5 часов ежедневно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра, пропущенные дни будут потеряны безвозвратно, компенсировать их позднее усиленными занятиями без снижения качества работы и ее производительности невозможно.

Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И наконец оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий.

К самостоятельной внеаудиторной работы студентов по дисциплине «Физика лазеров и радиационная физика» относятся следующие виды деятельности.

1. *Подготовка к практическим занятиям.* При подготовке к практическому занятию необходимо повторить теоретический материал по заданной теме (в соответствии с таблицей практических занятий), выполнить домашнее задание.

Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

2. *Подготовка к итоговым тестам.* Цель тестирования - способствовать повышению эффективности обучения учащихся, выявить уровень усвоенных теоретических знаний, выявить практические умения и аналитические способности студентов. Тест позволяет определить, какой уровень усвоения знаний у того или иного учащегося, т.е. определить пробелы в обучении. А на основе этого идет коррекция процесса обучения и планируются последующие этапы учебного процесса.

3. *Подготовка к коллоквиуму.* Коллоквиум это вид занятия, на котором обсуждаются отдельные части, разделы, темы, вопросы изучаемого курса. Коллоквиум проводится, как правило, в середине семестра, и показывает степень освоения студентом теоретического материала дисциплины и готовность студента к экзамену. О проведении коллоквиума студентам сообщается за две недели. На коллоквиум выносятся вопросы 1-14 (согласно списка примерных экзаменационных вопросов). Результаты коллоквиума учитываются в текущем рейтинге.

4. *Самостоятельное изучение отдельных тем.* Темы для самостоятельного изучения сообщаются студентам во время лекций. Рекомендуется вести конспект данных тем. Для подготовки конспекта рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу. Вопросы, изучаемые самостоятельно, включаются в список экзаменационных вопросов.

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта.

2. Выделите главное, составьте план.
3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора.
4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.
5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения.

5. *Подготовка к контрольной работе.* Контрольная работа проводится по темам практических занятий. В контрольной работе содержится две задачи. Контрольная работа направлена на проверку умений студентов применять полученные теоретические знания в отношении определенной конкретной задачи.

6. *Подготовка к экзамену (зачету).* Экзамен (зачет) – форма итоговой проверки знаний. Это подведение итогов всей работы студента за семестр. В процессе подготовки к экзамену (зачету) при изучении того или иного физического закона, кроме формулировки и математической записи закона, следует обратить внимание на опыты, которые обнаруживают этот закон и подтверждают его справедливость, границы и условия его применимости. Также полезно отметить, как этот закон используется на практике. То же самое можно сказать и об изучаемой теории в целом. Помимо основных понятий, положений, законов и принципов теории следует обратить внимание на опыты, благодаря которым была создана эта теория, эксперименты, подтверждающие ее справедливость. Вспомните, как используется данная теория на практике.

Основная цель подготовки к экзамену (зачету) — достичь понимания физических законов и явлений, а не только механически заучить материал.

Для успешной сдачи экзамена (зачета) рекомендуется соблюдать несколько правил:

1. На подготовку к экзамену выделяется, как правило, от 3 до 5 дней. В течение этого времени студент можете только повторить и систематизировать изученный материал, но не выучить его. Даже при усиленной многочасовой «зубрежке» запомнить весь материал за короткое время не позволяют свойства человеческой памяти. Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

2. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до экзамена (зачета). Вначале выясните перечень учебных разделов, тем и вопросов, выносимых на экзамен, распределите экзаменационные вопросы таким образом, чтобы успеть выучить или повторить их полностью до начала сессии.

3. Каждый вопрос следует проработать по конспекту лекций, по учебнику или учебному пособию. Для лучшего запоминания материала целесообразно работать с карандашом в руках, записывая выводимые формулы, изображая рисунки, схемы и диаграммы в отдельной тетради или на листах бумаги.

4. После повтора каждого вопроса нужно, закрыв конспект и учебники, самостоятельно вывести формулы, воспроизвести иллюстративный материал с последующей самопроверкой.

5. Все трудные и не полностью понятые вопросы следует выписывать на отдельный лист бумаги, с последующим уточнением ответов на них у преподавателя на консультации.

6. При ответе на вопросы билета студент должен продемонстрировать знание теоретического материала и умение применить его анализе качественных и количественных задач. Изложение материала должно быть четким, кратким и аргументированным.

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине «Физика лазеров и радиационная физика» проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета