

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Страхов С. Ю.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МОЩНЫЕ ЛАЗЕРЫ

| | |
|--|---|
| Направление/специальность подготовки | 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии |
| Специализация/профиль/программа подготовки | Лазерная техника и лазерные технологии |
| Уровень высшего образования | Бакалавриат |
| Форма обучения | Очная |
| Факультет | И Информационных и управляющих систем |
| Выпускающая кафедра | И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА |
| Кафедра-разработчик рабочей программы | И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА |

| КУРС | СЕМЕСТР | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ) | ЧАСЫ (по наличию видов занятий) | | | | | | | | | ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ |
|------|---------|---|---------------------------------|--------------------|--------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | | | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ | АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ | | | | САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА | | | | |
| | | | | ВСЕГО | ЛЕКЦИИ | ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ | ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ | ВСЕГО | КУРСОВОЙ ПРОЕКТ | КУРСОВАЯ РАБОТА | ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ | |
| 4 | 8 | 3 | 108 | 39 | 26 | 0 | 13 | 69 | 0 | 0 | 69 | диф. зач. |

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА
Джгмадзе Гванца Тенгизовна, старший преподаватель

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Борейшо А.С., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

Заведующий кафедрой Борейшо А.С., д.т.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МОЩНЫЕ ЛАЗЕРЫ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

| |
|---|
| ПСК-1.1 — способность к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем |
| ПСК-1.3 — способность к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схмотехническом и элементном уровнях |
| ПСК-1.5 — способность проводить численные оценки параметров лазерного излучения и процессов взаимодействия лазерного излучения со средами |

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-1.1

знания:

на уровне представлений:

- физические принципы работы мощных газодинамических, газоразрядных, химических, твердотельных, волоконных лазеров и лазеров ультракоротких импульсов;

- поглощение и рассеяние лазерного излучения атмосферой, основные оптические параметры атмосферы, определяющие ослабление и расходимость лазерного излучения, самовоздействие мощного излучения при распространении в атмосфере;

- принципы построения и конструктивные схемы систем наведения и удержания лазерного луча на цели;

- сравнительный анализ возможностей и перспектив развития мощных лазеров различных типов с точки зрения их применения в народном хозяйстве и для решения специальных задач;

на уровне воспроизведения:

- классификация лазеров по длинам волн, режимам работы, материалам активных сред, видам накачки и уровням мощности;

на уровне понимания:

- схемные решения и основные конструктивные элементы мобильных лазерных комплексов на базе различных типов лазеров;

- требования к характеристикам мобильных лазерных комплексов, предназначенных для работы на разных платформах и разных трассах;

- основы проектирования лазерных комплексов на базе различных типов лазеров;

умения:

- выполнять оценку потребных мощностей мобильных лазерных комплексов (и их систем обеспечения), предназначенных для выполнения специальных задач;

навыки:

- пользования типовыми программными продуктами для решения проектных и научных задач.

ПСК-1.3

знания:

на уровне представлений:

- принципы построения и конструктивные схемы систем наведения и удержания лазерного луча на цели;

на уровне воспроизведения:

- классификация лазеров по длинам волн, режимам работы, материалам активных сред, видам накачки и уровням мощности;

на уровне понимания:

- схемные решения и основные конструктивные элементы мобильных лазерных комплексов на базе различных типов лазеров;

- требования к характеристикам мобильных лазерных комплексов, предназначенных для работы на разных платформах и разных трассах;

- основы проектирования лазерных комплексов на базе различных типов лазеров;

умения:

- проводить оценку основных параметров работы лазерных систем, необходимых для выполнения задач на трассах с разными углами наклона;

- выполнять оценку потребных мощностей мобильных лазерных комплексов (и их систем обеспечения), предназначенных для выполнения специальных задач;

навыки:

- проектирования главных узлов лазерных комплексов на базе изученных лазеров;

- пользования типовыми программными продуктами для решения проектных и научных задач.

ПСК-1.5

знания:

на уровне представлений:
-сравнительный анализ возможностей и перспектив развития мощных лазеров различных типов с точки зрения их применения в народном хозяйстве и для решения специальных задач;
на уровне воспроизведения:
-упрощенная методика оценки воздействия мощного лазерного излучения на различные цели;
на уровне понимания:
-требования к характеристикам мобильных лазерных комплексов, предназначенных для работы на разных платформах и разных трассах;;;
умения:
проводить оценку основных параметров работы лазерных систем, необходимых для выполнения задач на трассах с разными углами наклона;
навыки:
пользования типовыми программными продуктами для решения проектных и научных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МОЩНЫЕ ЛАЗЕРЫ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОСНОВЫ ЛАЗЕРНОЙ ТЕХНИКИ, ОСНОВЫ ОПТИКИ, ОПТИКА ЛАЗЕРОВ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники
- ОПК-3 — Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств лазерных исследований и измерений
- ПСК-1.1 — Способен к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем
- ПСК-1.3 — Способен к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схематехническом и элементном уровнях
- ПСК-1.5 — Способен проводить численные оценки параметров лазерного излучения и процессов взаимодействия лазерного излучения со средами

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

| КУРС | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме | | | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % | | |
|----------------------------|---------|--|-------|---------------------------------------|--------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|---------|---------|
| | | | | ВСЕГО | Лекции | Практические занятия | | ПСК-1.1 | ПСК-1.3 | ПСК-1.5 |
| 4 | 8 | Раздел 1. Мощные лазеры. Классификация и применение. 1.1. История. 1.1.1. Мощные лазеры для систем стратегического назначения. 1.1.2. Мощные лазеры для тактических систем. 1.1.3. Мощные лазеры ультракоротких импульсов. 1.2. Классификация. 1.3. Применение. 1.3.1. Мощные лазеры для промышленных применений. 1.3.2. Мощные лазеры для научных исследований. 1.3.3. Мощные лазеры для военных и космических применений. | 16 | 4 | 4 | 0 | 12 | 20 | 10 | 0 |
| 4 | 8 | Раздел 2. Мощные газовые лазеры. 2.1. Фотодиссоциационные лазеры, CO ₂ - и CO- газодинамические лазеры, CO ₂ - и CO- газоразрядные и электроионизационные лазеры. 2.2. Непрерывные химические лазеры. HF-, DF- непрерывные химические лазеры, кислород-йодный химический лазер. 2.2.1. Вспомогательные системы мощных газовых и химических лазеров. | 29 | 13 | 6 | 7 | 16 | 20 | 30 | 0 |
| 4 | 8 | Раздел 3. Твердотельные (ТТЛ), волоконные и жидкостные лазеры. Конструктивные схемы мощных лазерных систем. 3.1 Физические принципы работы ТТЛ. Квантроны мощных ТТЛ. Модульная конструкция мощных систем. Примеры реализации мощных систем на основе ТТЛ. Перспективы развития ТТЛ. 3.2 Мощные системы на основе волоконных лазеров. Примеры реализации. Перспективы развития волоконных лазеров. 3.3 Жидкостные лазеры. Промышленные мощные жидкостные лазеры. Перспективы жидкостных лазеров. 3.4 Принципы построения лазерных систем. Энергетические потоки в мощных лазерах. 3.5 Конструктивные схемы мощных лазеров. Системы подготовки рабочего тела газовых лазеров. Стендовые комплексы. 3.6 Мобильные мощные лазерные комплексы. Размещение лазерных комплексов на различных носителях. Особенности построения комплексов космического базирования. | 25 | 7 | 4 | 3 | 18 | 20 | 30 | 0 |
| 4 | 8 | Раздел 4. Формирование лазерного излучения, наведение, распространение в атмосфере, взаимодействие с целью. 4.1. Системы наведения и удержания луча на цели. Лазерные радары и лидары. 4.2. Особенности распространения мощного лазерного излучения в атмосфере. 4.3. Воздействие мощного лазерного излучения на мишени. Лазерная абляция. Фотоядерные процессы. | 19 | 9 | 6 | 3 | 10 | 20 | 0 | 100 |
| 4 | 8 | Раздел 5. Лазеры ультракоротких импульсов. 5.1 Формирование ультракоротких импульсов лазерного излучения. Фазовая самомодуляция. Синхронизация мод. 5.2 Материалы для ультракороткоимпульсных лазеров. Титан сапфировые лазеры. Волоконные лазеры УКИ. 5.3 Усиление ультракоротких импульсов. Лазерные системы петаваттного уровня мощности. 5.4 Применения лазеров УКИ. Применения в научных исследованиях и измерениях. Фемтохимия, фемтобиология, аттофизика. Иницирование фотоядерных реакций. 5.5 Технические и промышленные применения. Медицинские применения. | 19 | 6 | 6 | 0 | 13 | 20 | 30 | 0 |
| Всего за 8 семестр | | | 108 | 39 | 26 | 13 | 69 | 100 | 100 | 100 |
| Всего по дисциплине | | | 108 | 39 | 26 | 13 | 69 | 100 | 100 | 100 |

3.2. Аудиторный практикум

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Тема практического занятия | Объем, ауд. часов |
|-------|---|---|-------------------|
| 1 | Раздел 2. Мощные газовые лазеры. | Оценка рабочих параметров и основных геометрических размеров ГАФ HF-NXL | 2 |
| 2 | | Оценка рабочих параметров и основных геометрических размеров СБ HF-NXL | 2 |
| 3 | | Оценка параметров химического кислород-йодного лазера (ХКЙЛ) | 3 |
| 4 | Раздел 3. Твердотельные (ТТЛ), волоконные и жидкостные лазеры. Конструктивные схемы мощных лазерных систем. | Расчет основных характеристик сверхзвукового выхлопного диффузора | 3 |
| 5 | Раздел 4. Формирование лазерного излучения, наведение, распространение в атмосфере, | Расчет прохождения мощного лазерного излучения в атмосфере | 3 |

| | |
|-------------------------|----|
| взаимодействие с целью. | |
| Всего за 8 семестр | |
| | 13 |

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Содержание учебного задания | Объем, часов |
|---------------------------|---|--|--------------|
| 1 | Раздел 1. Мощные лазеры. Классификация и применение. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекционных занятий и рекомендуемой литературе | 12 |
| 2 | Раздел 2. Мощные газовые лазеры. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекционных занятий и рекомендуемой литературе | 10 |
| 3 | | Подготовка к выполнению и защите практической работы «Оценка рабочих параметров и основных геометрических размеров ГАФ HF-НХЛ» | 2 |
| 4 | | Подготовка к выполнению и защите практической работы «Оценка рабочих параметров и основных геометрических размеров СБ HF-НХЛ» | 2 |
| 5 | | Подготовка к выполнению и защите практической работы «Оценка параметров химического кислород-йодного лазера (ХКЙЛ)» | 2 |
| 6 | Раздел 3. Твердотельные (ТТЛ), волоконные и жидкостные лазеры. Конструктивные схемы мощных лазерных систем. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекционных занятий и рекомендуемой литературе | 16 |
| 7 | | Подготовка к выполнению и защите практической работы «Расчет основных характеристик сверхзвукового выхлопного диффузора» | 2 |
| 8 | Раздел 4. Формирование лазерного излучения, наведение, распространение в атмосфере, взаимодействие с целью. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекционных занятий и рекомендуемой литературе | 8 |
| 9 | | Подготовка к выполнению и защите практической работы «Расчет прохождения мощного лазерного излучения в атмосфере» | 2 |
| 10 | Раздел 5. Лазеры ультракоротких импульсов. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекционных занятий и рекомендуемой литературе | 13 |
| Всего за 8 семестр | | | 69 |

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| СЕМЕСТР | НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----------------|--------------------|---|--------------------|------|----|--------------------|---|--------------------|----|------|----|--------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 8 | | Отч. по ПЗ, ИПЗ | | Отч. по ПЗ, ИПЗ | Тест | ДР | Отч. по ПЗ, ИПЗ | | Отч. по ПЗ, ИПЗ | ДР | Тест | | диф. зач. |

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- ИПЗ – индивидуальное практическое задание;
- Тест – тест;

- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- индивидуальное практическое задание;
- тест.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов. . Лазеры: применения и приложения. СПб.: Лань, 2016, 16 экз.
2. А. С. Борейшо, Д. В. Ключков, М. А. Коняев. . Военные применения лазеров. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 20 экз.
3. А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. . Лазеры: устройство и действие. СПб.: Лань, 2016, 50 экз.
4. В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. . Газовая динамика рабочего канала сверхзвуковых газовых лазеров. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
5. В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. . Основы проектирования проточных газовых лазеров. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
6. И. М. Евдокимов, А. В. Федин. . Лазерные технологии. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 39 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. ред. С. Б. Иванов. Оружие и технологии России. Т. XI Оптико-электронные системы и лазерная техника. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, 1 экз.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://ura1t.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Mathcad Education - University Edition Term.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Компьютерный комплект;
3. Mathcad Education - University Edition Term.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **МОЩНЫЕ ЛАЗЕРЫ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии*. Дисциплина реализуется на факультете *И Информационных и управляющих систем* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-1.1 способность к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем;

ПСК-1.3 способность к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях;

ПСК-1.5 способность проводить численные оценки параметров лазерного излучения и процессов взаимодействия лазерного излучения со средами.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с физическими принципами работы и устройством всех типов мощных лазеров: твердотельных, волоконных, газоразрядных, сверхзвуковых химических и лазеров на свободных электронах, знакомит с перспективами дальнейшего развития этих систем. Курс знакомит слушателей с основными положениями теории прохождения лазерного излучения через турбулентную атмосферу с тем, чтобы они могли оценивать рабочие характеристики, которые необходимо иметь лазерным системам для решения ряда специальных задач, т.е. на конкретном расстоянии и для определенных трасс (с разным углом склонения и на разных высотах).

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- индивидуальное практическое задание;
- тест.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**26 ч.**), практические занятия (**13 ч.**), самостоятельная работа студента (**69 ч**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 39 ч. аудиторных занятий, и 69 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

| Наименование работы | Рекомендуемая литература | Трудоемкость, час. |
|--|--|--------------------|
| Раздел 1. Мощные лазеры. Классификация и применение. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекционных занятий и рекомендуемой литературе | А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. . Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2016 (2) А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов. . Лазеры: применения и приложения: СПб.: Лань, 2016 (18, 19) А. С. Борейшо, Д. В. Клочков, М. А. Коняев. . Военные применения лазеров: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Конструктивные схемы мобильных лидарных комплексов) | 12 |
| Итого по разделу 1 | | 12 |
| Раздел 2. Мощные газовые лазеры. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекционных занятий и рекомендуемой литературе | А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. . Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2016 (5) В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. . Газовая динамика рабочего канала сверхзвуковых газовых лазеров: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1, 5) И. М. Евдокимов, А. В. Федин. . Лазерные технологии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1) В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. . Основы проектирования проточных газовых лазеров: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1-3) | 10 |
| Подготовка к выполнению и защите практической работы «Оценка рабочих параметров и основных геометрических размеров ГАФ НФ-НХЛ» | | 2 |
| Подготовка к выполнению и защите практической работы «Оценка рабочих параметров и основных геометрических размеров СБ НФ-НХЛ» | | 2 |
| Подготовка к выполнению и защите практической работы «Оценка параметров химического кислород-йодного лазера (ХКЙЛ)» | | 2 |
| Итого по разделу 2 | | 16 |
| Раздел 3. Твердотельные (ТТЛ), волоконные и жидкостные лазеры. Конструктивные схемы мощных лазерных систем. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекционных занятий и рекомендуемой литературе | А. С. Борейшо, Д. В. Клочков, М. А. Коняев. . Военные применения лазеров: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Конструктивные схемы мобильных лазерных комплексов, Стратегические лазерные системы, Тактические лазерные системы) А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. . Лазеры: устройство и | 16 |

| | | |
|--|--|----|
| Подготовка к выполнению и защите практической работы «Расчет основных характеристик сверхзвукового выхлопного диффузора» | действие: СПб.: Лань, 2016 (2, 6, 8) В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. . Основы проектирования проточных газовых лазеров: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (5) И. М. Евдокимов, А. В. Федин. . Лазерные технологии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1) ред. С. Б. Иванов. Оружие и технологии России. Т. XI Оптико-электронные системы и лазерная техника: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (стр. 376-395) | 2 |
| Итого по разделу 3 | | 18 |
| Раздел 4. Формирование лазерного излучения, наведение, распространение в атмосфере, взаимодействие с целью. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекционных занятий и рекомендуемой литературе | А. С. Борейшо, Д. В. Клочков, М. А. Коняев. . Военные применения лазеров: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Системы формирования и наведения луча, Лазерные радары (лидары)) В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. . Основы проектирования проточных газовых лазеров: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (4) | 8 |
| Подготовка к выполнению и защите практической работы «Расчет прохождения мощного лазерного излучения в атмосфере» | А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. . Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2016 (9) ред. С. Б. Иванов. Оружие и технологии России. Т. XI Оптико-электронные системы и лазерная техника: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (стр.464-493) | 2 |
| Итого по разделу 4 | | 10 |
| Раздел 5. Лазеры ультракоротких импульсов. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекционных занятий и рекомендуемой литературе | А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. . Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2016 (6) А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов. . Лазеры: применения и приложения: СПб.: Лань, 2016 (22) | 13 |
| Итого по разделу 5 | | 13 |

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- тест;
- отчет по практическому заданию;
- индивидуальное практическое задание;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Тест

Контроль усвоения лекционного материала студентов производится в рамках промежуточных аттестаций в ЭИОС Moodle.

Отчет по практическому заданию

Отчеты по практическим работам представляются в печатной или рукописной форме.

Допускается выполнение расчетов «вручную» или использование систем автоматизации математических расчетов. Каждое задание на практическую работу содержит набор параметров в соответствии с индивидуальным вариантом.

Критерии оценивания:

Практическая работа считается выполненной успешно (принимается) при следующих условиях:

- правильное выполнение всех пунктов (задач), предусмотренных заданием;
- правильное построение и оформление в соответствии с требованиями государственных стандартов ЕСКД графиков для всех получаемых в ходе выполнения задания характеристик.

Индивидуальное практическое задание

Допуск к практической работе (ПР):

- допуск к выполнению первой ПР не предусмотрен.
- для допуска к выполнению последующих ПР необходима защита первой ПР.

Требования к выполнению ПР:

- по ПР №1 необходимо освоить методику расчета рабочих параметров и основных геометрических размеров ГАФ и СБ НГ-НХЛ, провести расчеты и продемонстрировать результаты выполнения преподавателю;
- по ПР №2 необходимо освоить методику расчета рабочих параметров ХКИЛ, провести расчеты и продемонстрировать результаты выполнения преподавателю;
- по ПР №3 необходимо освоить методику расчета основных характеристик сверхзвукового выхлопного диффузора, провести расчеты и продемонстрировать результаты выполнения преподавателю;
- по ПР №4 необходимо освоить методику расчета интенсивности излучения в дальней зоне в центральном пятне при прохождении излучения в турбулентной атмосфере, провести расчеты и продемонстрировать результаты выполнения преподавателю.

Защита ПР:

Защита ПР предусматривает обсуждение результатов выполнения задания, включая проверку усвоения студентом соответствующих сведений из теории.

Дифференцированный зачет

Зачет по дисциплине оформляется при следующих условиях:

- успешное выполнение практических работ и представление отчетных материалов;
- защита всех практических работ.

Зачет включает в себя ответ на теоретические вопросы.

Оценка «зачтено-отлично» выставляется при развернутых и точных ответах на 2 теоретических вопроса.

Оценка «зачтено-хорошо» выставляется при точном и полном ответе на 1-ый теоретический вопрос, и неточном ответе на 2-ой теоретический вопрос.

Оценка «зачтено-удовлетворительно» выставляется либо при правильном ответе на один теоретический вопрос.

Оценка «не зачтено» выставляется при неправильных ответах на теоретические вопросы.

Паспорт фонда оценочных средств

| КУРС | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме | | | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % | | | НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА |
|---------------------|---------|---|-------|---------------------------------------|--------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|---------|---------|---|
| | | | | ВСЕГО | Лекции | Практические занятия | | ПСК-1.1 | ПСК-1.3 | ПСК-1.5 | |
| 4 | 8 | Раздел 1. Мощные лазеры. Классификация и применение. | 16 | 4 | 4 | 0 | 12 | 20 | 10 | 0 | Тест |
| 4 | 8 | Раздел 2. Мощные газовые лазеры. | 29 | 13 | 6 | 7 | 16 | 20 | 30 | 0 | Отчет по практическому заданию, Индивидуальное практическое задание, Тест |
| 4 | 8 | Раздел 3. Твердотельные (ТТЛ), волоконные и жидкостные лазеры. Конструктивные схемы мощных лазерных систем. | 25 | 7 | 4 | 3 | 18 | 20 | 30 | 0 | Тест, Индивидуальное практическое задание, Отчет по практическому заданию |
| 4 | 8 | Раздел 4. Формирование лазерного излучения, наведение, распространение в атмосфере, взаимодействие с целью. | 19 | 9 | 6 | 3 | 10 | 20 | 0 | 100 | Тест, Индивидуальное практическое задание, Отчет по практическому заданию |
| 4 | 8 | Раздел 5. Лазеры ультракоротких импульсов. | 19 | 6 | 6 | 0 | 13 | 20 | 30 | 0 | Тест |
| Всего за 8 семестр | | | 108 | 39 | 26 | 13 | 69 | 100 | 100 | 100 | |
| Всего по дисциплине | | | 108 | 39 | 26 | 13 | 69 | 100 | 100 | 100 | |

Критерии оценивания

ПСК-1.1

Вопросы открытого типа:

- № 1 Укажите диапазон мощностей для непрерывных мощных лазеров, используемых в промышленности. Ответ дайте в Вт
- № 2 Укажите диапазон энергии для импульсных мощных лазеров, используемых для лазерного термоядерного импульса. Ответ дайте в Дж
- № 3 Укажите верхний и нижний пределы мощности воздействия излучения (сине-зеленого) на органы зрения, не приводящие к ожогам и необратимым последствиям. Ответ дайте в мВт/см².
- № 4 Какие силы необходимо преодолеть для осуществления реакции синтеза?
- № 5 Укажите переходы, на которых возникает инверсия населенности у CO₂-лазера с пояснением типа колебаний
- № 6 Укажите характерные пропорции компонентов смеси активной среды CO₂-лазера (по объему)
- № 7 Укажите топлива и топливные композиции системы подготовки рабочего, относящиеся к простым газам и сложным химическим соединениям. Не менее 3-х примеров для каждого случая
- № 8 Назовите системы подачи жидких компонент к камере сгорания или другим агрегатам системы подготовки рабочего тела и кратко опишите суть их работы
- № 9 Какие устройства можно использовать для создания отрицательной дисперсии?
- № 10 Укажите не менее 5 конструкционных материалов, используемых для систем подготовки рабочего тела
- #### Вопросы закрытого типа:
- № 1 Какие лазеры используются сейчас в программах лазерного термоядерного синтеза?

Варианты ответа:

Твердотельные лазеры

Химические кислородно-йодные лазеры

Волоконные лазеры

HF(DF) – непрерывные химические лазеры

- № 2 Какие цели определяли работу над лазерами большой мощности непосредственно после их изобретения?

Варианты ответа:

Стремление обеспечить научный приоритет

Повышение эффективности лазерных систем

Возможность использования лазеров как средства противоракетной обороны

Изучение новых физических эффектов.

- № 3 Каково назначение газовых редукторов?

Варианты ответа:

Поддержание постоянного давления газа, подающегося из баллонов.

Увеличение давления газа, подающегося из баллонов.

- Поддержание постоянного состава газа, подающегося из баллонов
- Поддержание постоянной температуры газа, подающегося из баллонов
- № 4 Назовите виды компрессоров, используемых в системах подготовки рабочего тела?

Варианты ответа:

- Криосорбционные
- Поршневые и центробежные
- Электромагнитные
- Жидкостные и химические
- № 5 За счет какого механизма происходит в основном прогрев мишени в установках лазерного термоядерного синтеза

Варианты ответа:

- Излучение лазера проникает вглубь мишени
- Излучение лазера поглощается поверхностью мишени, а далее за счет теплопроводности
- Излучение лазера стимулирует экзотермические реакции в мишени
- Излучение лазера поглощается плазмой, а далее за счет теплопроводности
- № 6 Чем ограничена минимальная длительность лазерного импульса?

Варианты ответа:

- Скоростью срабатывания затвора модулятора добротности резонатора
- Временем пробега фотона между зеркалами резонатора
- Периодом электромагнитного колебания в световой волне
- Конструкцией резонатора
- № 7 Какие лазеры обеспечивают петаваттный уровень импульсной мощности?

Варианты ответа:

- Химические
- Фотодиссоциационные
- Газодинамические
- Твердотельные
- № 8 Назовите наиболее перспективные цели для военных лазеров?

Варианты ответа:

- Неуправляемые ракеты
- Ударные БПЛА

Малогобаритные БПЛА

Артиллерийские снаряды

№ 9

Какой лазер называют лазером с тепловым возбуждением?

Варианты ответа:

Фотодиссоциационный

Электроионизационный

Электроразрядный

Газодинамический

№ 10

Чем определяется длительность лазерного импульса при синхронизации мод?

Варианты ответа:

Мощностью источника накачки

Шириной спектра источника оптической накачки

Полной шириной спектра излучения

Скоростью срабатывания затвора

ПСК-1.3

Вопросы открытого типа:

№ 1

Определите количество форсунок подачи фтора при проектировании ГАФ (генератора атомарного фтора), если высота и ширина форсуночной головки равна 50 мм и 300 мм соответственно, а шаг форсунок 4 мм.

№ 2

Определите диаметр форсунки, если количество форсунок равно 300, суммарная площадь форсунок подачи фтора в ГАФ 42Е-006 м². Ответ дайте в мм. Ответ округлите до сотых.

№ 3

Определите диаметр отверстия подачи вторичного горючего, если суммарная площадь всех отверстий 6.3Е-006 м², количество трубок подачи равно 60, количество отверстий в одной трубке 70. Ответ дайте в мм. Ответ округлите до сотых

№ 4

Определите количество сопел, если шаг сопловой решётки 6 мм, а длина соплового блока 300 мм

№ 5

Определите пороговое значение выхода синглетного кислорода при статической температуре потока в лазерной камере 300 К. Ответ округлите до сотых

№ 6

Определите коэффициент усиления слабого сигнала, если эффективное сечение столкновения реакции накачки равно 5.4Е-022 м², а концентрация атомов йода 6Е020 мол/м³.

№ 7

Определите коэффициент пропускания для устойчивого резонатора, если коэффициент усиления слабого сигнала 0.3 м⁻¹, коэффициент потерь 0.003, длина резонатора поперек поток 0.5 м.

№ 8

Определите максимально допустимую степень поджатия сверхзвукового диффузора, если газодинамическая функция от приведенной скорости (обратной) набегающего потока равна 0.62

№ 9

Что происходит с давлением запуска, если длина сверхзвукового диффузора меньше длины псевдоскачка?

№ 10

Определите толщину пилонов в сверхзвуковом диффузоре, если ширина горла одной секции равна 154 мм, ширина диффузора 1000 мм, число секций диффузора 4. Ответ дайте в мм.

Вопросы закрытого типа:

№ 1

Что происходит в диффузоре НХЛ?

Варианты ответа:

Ускорение сверхзвукового потока

Смешение химических компонентов

Торможение сверхзвукового потока

Возбуждение активной среды

№ 2 Где происходит образование возбужденных молекул в химическом лазере?

Варианты ответа:

В камере сгорания

В сопловом блоке

В слое смешения

В диффузоре

№ 3 Где происходит образование возбужденных молекул в ХКЙЛ?

Варианты ответа:

В сопловом блоке

В активной зоне

В генераторе синглетного кислорода

В диффузоре

№ 4 Что является источником энергии накачки ХКЙЛ?

Варианты ответа:

Фотоионизация

Электрический разряд

Диссоциация

Химические реакции

№ 5 Какую роль в СВД играет эжектор?

Варианты ответа:

Повышение энергии рабочего тела

Уменьшение энергии рабочего тела

Поддержание заданного давления

Поддержание заданной массы

№ 6 Как изменяется температура рабочего тела при его торможении в диффузоре?

Варианты ответа:

Повышается
Понижается
Остается неизменной

№ 7 Зависит от состава
Какая оптическая схема накачки более предпочтительна для мощных твердотельных лазеров?

Варианты ответа:

Горизонтальная
Продольная
Поперечная

№ 8 Вертикальная
Для чего используют фокусаторы в системе оптической накачки ТТЛ?

Варианты ответа:

Для увеличения передачи излучения накачки к активному элементу
Для уменьшения расходимости излучения накачки
Для увеличения квантового КПД лазера

№ 9 Для уменьшения габаритов квантрона
Зачем организуется зигзагообразное распространение генерируемого излучения в объеме активного элемента?

Варианты ответа:

Уменьшение тепловых потерь
Снижение влияние тепловых неоднородностей в активном элементе
Увеличение эффективности накачки

№ 10 Снижение механических напряжений
В чем преимущества дисковой схемы лазера?

Варианты ответа:

Усиление спонтанного излучения
Улучшение спектральных характеристик
Уменьшение термомеханических напряжений
Увеличение квантового КПД

ПСК-1.5

Вопросы открытого типа:

№ 1 Определите стрелку прогиба охлаждаемого зеркала на основе медного сплава при термодформации, если плотность мощности на зеркалах 3.6 кВт/см². Показатель термооптического качества материала для неохлаждаемых зеркал 2Е004 Вт/см³,

- для охлаждаемых – $1.8E006 \text{ Вт/см}^3$. Для зеркал на основе медных сплавов коэффициент поглощения $k = 0.01$. Ответ дайте в см.
- № 2 Определите стрелку прогиба неохлаждаемого зеркала на основе медного сплава при термодформации, если плотность мощности на зеркалах 3 кВт/см^2 . Показатель термооптического качества материала для неохлаждаемых зеркал $2E004 \text{ Вт/см}^3$, для охлаждаемых $-1.8E006 \text{ Вт/см}^3$. Для зеркал на основе медных сплавов коэффициент поглощения $k = 0.01$. Ответ дайте в см.
- № 3 Определите дальность распространения импульса, если продолжительность распространения (время, измеряемое с момента включения лазера до момента приема отраженного сигнала) равна $0,8 \text{ мкс}$. Ответ дайте в м.
- № 4 Определите частоту зондирующего импульса при дальности сканирования 100 м . Ответ дайте в Гц.
- № 5 Определите коэффициент аэрозольного ослабления при МДВ равном 2 км и длине волны 0.55 мкм .
- № 6 Определите ослабление интенсивности лазерного луча за счет влияния мокрого снега при интенсивности снегопада 5 мм/ч и длине волны 1 мкм . Коэффициенты для мокрого снега: $a \approx 1E-004 \cdot \lambda[\text{нм}] + 3.8$; $b \approx 0.7$, а для сухого снега: $a \approx 5.4E-004 \cdot \lambda[\text{нм}] + 5.5$; $b \approx 1.4$. Ответ округлить до сотых.
- № 7 Определите ослабление интенсивности лазерного луча за счет влияния сухого снега при интенсивности снегопада 1 мм/ч и длине волны 1 мкм . Коэффициенты для мокрого снега: $a \approx 1E-004 \cdot \lambda[\text{нм}] + 3.8$; $b \approx 0.7$, а для сухого снега: $a \approx 5.4E-004 \cdot \lambda[\text{нм}] + 5.5$; $b \approx 1.4$. Ответ округлить до сотых.
- № 8 Определите дифракционную расходимость (полную) при диаметре выходной апертуры лазерной системы 1 м , длине волны 1 мкм , для круговой формы пучка. Ответ дайте в мкрад.
- № 9 Определите расходимость, связанную с дрожанием луча, при дифракционной расходимости 3 мкрад . Ответ дайте в мкрад.
- № 10 Определите глубину проникновения тепла при нагреве алюминиевой пластины (температуропроводность алюминия $8.4E-005 \text{ м}^2/\text{с}$) и длительности импульса 8.4 мс . Ответ дайте в мм
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 В чем недостаток поворотных зеркал для управления лазерным лучом ?

Варианты ответа:

- Высокие точности позиционирования
- Большие нагрузки на привода поворота зеркал
- Большой вес конструкции
- Обеспечение высокого качества плоских поворотных зеркал
- № 2 Как устраняется помеха обратного рассеяния?

Варианты ответа:

- Повышение яркости сигнала
- Изменением спектрального диапазона
- Увеличением энергии импульса
- Стробированием лазерного импульса
- № 3 Какие лазеры имеют преимущество в идеальных погодных условиях?

Варианты ответа:

- Импульсные лазеры
- Непрерывные лазеры
- Лазеры с коротковолновым излучением
- Лазеры с длинноволновым излучением
- № 4 Каково влияние ветра на процессы теплового самовоздействия?
- Варианты ответа:**
- Изменяет распределение интенсивности в поперечном сечении луча
- Изменяет спектральный состав излучения
- Увеличивает мощность излучения
- Уменьшает мощность излучения
- № 5 Какими средствами можно компенсировать атмосферные искажения лазерного луча?
- Варианты ответа:**
- Быстродействующими оптическими затворами
- Адаптивными зеркалами
- Управлением мощностью луча
- Быстродействующими сканерами
- № 6 Чем объясняется тепловое самовоздействие лазерного луча?
- Варианты ответа:**
- Усилением мощности лазерного луча в атмосфере
- Изменением оптических параметров среды за счет поглощенной энергии лазерного луча
- Погодными условиями
- Атмосферной турбулентностью
- № 7 Что определяет глубину воздействия лазерного импульса на непрозрачные материалы?
- Варианты ответа:**
- Поглощение
- Теплопроводность
- Теплоемкость
- Температуропроводность
- № 8 Каково влияние материала на порог перехода в режим лазерной абляции?

Варианты ответа:

Слабое

Сильное

Прямо пропорционально температуропроводности

Обратно пропорционально температуропроводности

№ 9 Каким образом воздействие в режиме абляции может бороться с космическим мусором?

Варианты ответа:

Испарение мелких частиц при высокоинтенсивном воздействии

Изменение траекторий движения за счет реактивной силы, приводящее к падению на Землю

Разрушение крупных частиц на мелкие фрагменты

Расплавление частиц мусора

№ 10 Что определяет характер лазерное воздействие на материалы?

Варианты ответа:

Мощность лазерного луча

Мощность, поглощенная материалом

Энергия лазерного луча

Плотность мощности лазерного луча