

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности

А.А.Панфилов

« 02 » 09 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА
(наименование дисциплины)

Направление подготовки: **12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии**

Профиль/программа подготовки: **Лазерные и квантовые технологии**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Форма обучения: **очная**

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
6	7/252	36	36	18	126	ЭКЗ, КР (36)
Итого	7/252	36	36	18	126	ЭКЗ, КР (36)

Владимир 20 19

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Лазерная техника» является расширение и углубление знаний студентов при изучении основ физики и техники лазеров, ознакомление с современным состоянием и перспективами развития лазерной физики и техники, получение практических навыков при работе с лазерами и при исследовании их характеристик или распространения лазерного излучения.

Задачи:

- сформировать представления о преимуществах и недостатках лазера как источника излучения;
- изучить основы лазерной физики и техники, физических процессов, происходящих в лазерах, принципов действия различных типов лазерных систем, их технические характеристики и конструктивные элементы, способы и методы измерения параметров лазерного излучения;
- приобретение навыков применения лазеров в приборах и системах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина "Лазерная техника" относится к дисциплинам Блока 1, к части, формируемой участниками образовательных отношений. Присвоен номер Б1.В.05.

Для освоения данной дисциплины учащимся требуются знания, получаемые в рамках следующих предшествующих дисциплин: Основы квантовой физики, Основы квантовой электроники, Нелинейная оптика, Прикладная оптика, Оптические материалы и технологии.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ПК-1 Способен анализировать задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем	Частичное освоение	Знать: принципы генерации излучения лазерами; элементную базу лазерной техники; основные типы и характеристики оптических систем лазерных оптико-электронных приборов и оборудования; принципы конструирования лазерных оптико-электронных приборов, их узлов и элементов; опасные и вредные эксплуатационные факторы, их предельно-допустимые уровни воздействия на человека, технику и окружающую среду при эксплуатации лазерных систем и технологий; методы работы с научно-технической литературой и информацией; Уметь: определять параметры и характеристики элементов лазерных систем и технологий для заданных условий и режимов эксплуатации; анализировать взаимодействие лазерного излучения с материалами и средами; применять информационные ресурсы и технологии; представлять информацию в систематизированном виде; работать с научно-технической литературой и информацией. Владеть: навыками работы со средствами компьютерного проектирования, используемыми при конструировании узлов и блоков лазерных комплексов; навыками проектирования типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем.
ПК-2 Способен участвовать в разработке технических требований и заданий на	Частичное освоение	Знать: основные области применения лазерной техники и лазерных технологий; принципы построения и состав лазерных приборов и систем; принципы конструирования лазерных оптико-электронных

1	2	3
<p>проектирование типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем</p>		<p>приборов, их узлов и элементов; оптические материалы и технологии; опасные и вредные эксплуатационные факторы, их предельно-допустимые уровни воздействия на человека, технику и окружающую среду при эксплуатации лазерных систем и технологий; методы работы с научно-технической литературой и информацией.</p> <p>Уметь: анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемым оптическим узлам и элементам лазерных приборов и систем; определять, формулировать и обосновывать требования к разрабатываемым узлам и элементам лазерных приборов и систем; обосновывать предлагаемые технические решения при проектировании узлов и элементов лазерных приборов и систем; применять информационные ресурсы и технологии.</p> <p>Владеть: навыками проектирования типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем.</p>
<p>ПК 3 Способен рассчитывать, проектировать и конструировать типовые системы, приборы, узлы и детали лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем</p>	<p>Частичное освоение</p>	<p>Знать: основные типы и характеристики оптических систем лазерных оптико-электронных приборов, оборудования и технологий; принципы конструирования лазерных оптико-электронных приборов, их узлов и элементов; элементную базу, используемую в изделиях лазерной техники; методы работы с научно-технической литературой и информацией; правила оформления чертежей и конструкторской документации; компьютерные технологии моделирования и конструирования лазерных оптико-электронных приборов; опасные и вредные эксплуатационные факторы, их предельно-допустимые уровни воздействия на человека, технику и окружающую среду при эксплуатации лазерных систем и технологий.</p> <p>Уметь: выбирать метод(ы) расчёта при разработке лазерных приборов и систем; рассчитывать параметры и характеристики оптического узла лазерных приборов и систем; рассчитывать и выбирать поля допусков на конструктивные элементы оптических деталей и узлы крепления; разрабатывать конструкторскую документацию; конструировать типовые детали и узлы лазерной техники; подбирать по заданным параметрам и характеристикам элементную базу лазерных приборов и систем; применять информационные ресурсы и технологии; анализировать, представлять и оформлять результаты проектно-конструкторской деятельности при разработке лазерных приборов, систем и технологий.</p> <p>Владеть: прикладными программами расчёта лазерных оптико-электронных приборов; компьютерными технологиями расчёта и конструирования лазерных оптико-электронных приборов.</p>

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Принципы действия лазеров	6	1-2	4	4	2	42	2/20%	Рейтинг-контроль №1
2	Структурная схема лазера	6	2-10	10	10	8	42	6/20%	Рейтинг-контроль №2
3	Техника различных видов лазеров	6	10-18	22	22	8	42	10/20%	Рейтинг-контроль №3
Всего за <u>6</u> семестр:		6		36				18/20%	Экзамен, КР (36)
Наличие в дисциплине КП/КР		6	+						Зачет
Итого по дисциплине		6		36	36	18	126	18/20%	Экзамен, КР(36)

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Принципы действия лазеров.

Тема 1. Определение лазера как прибора.

Содержание темы. Роль лазеров в современном приборостроении. Сравнение лазера с другими источниками энергии. Краткий исторический очерк. Современное состояние и перспективы развития лазеров.

Тема 2. Энергетические уровни атомов, ионов и молекул.

Содержание темы. Оптические переходы. Поглощение, спонтанное и вынужденное излучение. Активная среда и инверсия населенностей. Способы создания инверсии в различных средах. Усиление света в реальной среде. Коэффициент потерь. Насыщение усиления.

Раздел 2. Структурная схема лазера.

Тема 1. Классификация лазеров.

Содержание темы. Основные элементы лазера и их роль. Лазер как усилитель с положительной обратной связью. Роль спонтанного излучения в развитии генерации. Классификация лазеров.

Тема 2. Основные свойства лазерного излучения.

Содержание темы. Основные свойства лазерного излучения: монохроматичность, когерентность, направленность, яркость, поляризованность. Способы получения этих свойств от обычных источников и их недостатки. Преимущества лазера как источника излучения, вытекающие из его свойств излучения.

Тема 3. Оптические резонаторы.

Содержание темы. Резонатор как оптический волновод. Потери излучения и добротность резонатора, резонансные свойства. Устойчивые и неустойчивые резонаторы. Моды резонатора и их обозначение. Плоский и конфокальный резонаторы и их свойства. Основные процессы, происходящие в активном резонаторе: усиление и потери мощности, формирование модового состава излучения, спектральных характеристик.

Тема 4. Оптическая накачка.

Содержание темы. Способы создания инверсии в различных средах. Оптическая накачка. Системы оптической накачки. Скорость и эффективность оптической накачки. Электронная накачка. Возбуждение электронным ударом. Эффективность накачки. Ее особенности и недостатки. Возбуждение посредством резонансной передачи энергии.

Упругие и неупругие соударения. Селективные способы накачки: фотодиссоциация, фотовозбуждение. Электронный пучок.

Тема 5. Параметры и характеристики лазерного излучения: энергетические, временные, спектральные, пространственные и др.

Содержание темы. Расходимость, длина волны. Понятие ближней и дальней зоны, размер пучка, форма волнового фронта. Эксплуатационные параметры лазеров.

Тема 6. Режим работы лазеров.

Содержание темы. Особенности основных режимов. Режим свободной генерации. Режим модуляции добротности резонатора. Режим синхронизации мод. Многомодовый, одномодовый и одночастотный режимы генерации лазера.

Раздел 3. Техника различных видов лазеров.

Тема 1. Классификация и типы лазеров.

Содержание темы. Классификация по типу активной среды. Классификация по способу накачки. Классификация по режиму работы. Главные достоинства и недостатки основных типов лазеров.

Тема 2. Газовые лазеры.

Содержание темы. Общие особенности и типы газовых лазеров. Обеспечение инверсии в газовых лазерах. Газовые лазеры на нейтральных атомах. Ионные лазеры. Лазеры на парах металлов. Молекулярные газовые лазеры. Требования к рабочему веществу мощных газовых лазеров с высоким КПД. Механизм инверсии. Роль азота и гелия. CO₂ - лазеры с продольной прокачкой. CO₂ - лазеры с поперечной прокачкой газа. ТЕА CO₂ - лазеры. Газодинамические лазеры. Лазеры на эксимерах. Химические лазеры.

Тема 3. Твердотельные лазеры.

Содержание темы. Общие особенности и типы твердотельных лазеров. Системы оптической накачки. Активные среды. Трехуровневые и четырехуровневые твердотельные лазеры. Перестраиваемые твердотельные лазеры. Перспективы развития.

Тема 4. Жидкостные лазеры.

Содержание темы. Общие особенности и типы жидкостных лазеров. Лазеры на растворах органических красителей. Управление спектром излучения жидкостных лазеров.

Тема 5. Полупроводниковые лазеры.

Содержание темы. Общие особенности. Создание инверсии в полупроводниках. Лазеры с электронной накачкой. Инжекционные лазеры. Лазеры на гомоструктурах и гетероструктурах.

Тема 6. Лазеры на свободных электронах, рентгеновские и гамма - лазеры.

Содержание темы. Основные особенности, проблемы и тенденции развития.

Тема 7. Конструктивные особенности элементов лазеров различных типов.

Содержание темы. Техника безопасности при работе с лазерами. Требования, нормы и правила безопасности при производстве, монтаже, юстировке и работе с лазерами и лазерными установками. Применение лазеров и тенденции развития.

Содержание практических занятий по дисциплине

Раздел 1. Принципы действия лазеров.

Тема 1. Определение лазера как прибора.

Содержание темы. Сравнение лазера с другими источниками энергии.

Тема 2. Энергетические уровни атомов, ионов и молекул.

Содержание темы. Оптические переходы.

Раздел 2. Структурная схема лазера.

Тема 1. Основные свойства лазерного излучения.

Содержание темы. Основные свойства лазерного излучения: монохроматичность, когерентность, направленность, яркость, поляризованность.

Тема 2. Оптические резонаторы.

Содержание темы. Потери излучения и добротность резонатора, резонансные свойства.

Тема 3. Параметры и характеристики лазерного излучения: энергетические, временные, спектральные, пространственные и др.

Содержание темы. Расходимость, длина волны.

Раздел 3. Техника различных видов лазеров.

Тема 1. Классификация и типы лазеров.

Содержание темы. Расчет активной среды.

Тема 2. Газовые лазеры.

Содержание темы. Лазеры на парах металлов.

Тема 3. Твердотельные лазеры.

Содержание темы. Трехуровневые и четырехуровневые твердотельные лазеры.

Тема 4. Полупроводниковые лазеры.

Содержание темы. Лазеры на гомоструктурах и гетероструктурах.

Тема 5. Конструктивные особенности элементов лазеров различных типов.

Содержание темы. Техника безопасности при работе с лазерами.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

1. Техника безопасности при работе с лазерными комплексами.
2. Свойства лазерного излучения.
3. Исследование свойств оптических резонаторов.
4. Исследование работы лазера в режиме модуляции добротности резонатора.
5. Исследование работы в режиме синхронизации мод.
6. Исследование характеристик излучения полупроводникового лазер.
7. Технологические особенности CO₂ – лазера.
8. ИАГ:Nd лазер.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Активные и интерактивные методы обучения:

Интерактивная лекция Раздел 1. Принципы действия лазеров. Тема 1. Определение лазера как прибора. Раздел 2. Структурная схема лазера. Тема 1. Классификация лазеров. Тема 2. Основные свойства лазерного излучения. Тема 3. Оптические резонаторы. Раздел 3. Техника различных видов лазеров. Тема 1. Классификация и типы лазеров. Тема 2. Газовые лазеры. Тема 3. Твердотельные лазеры. Тема 4. Полупроводниковые лазеры. Тема 5. Конструктивные особенности элементов лазеров различных типов.

Групповая дискуссия Раздел 1. Принципы действия лазеров. Тема 2. Энергетические уровни атомов, ионов и молекул. Раздел 2. Структурная схема лазера. Тема 5. Параметры и характеристики лазерного излучения: энергетические, временные, спектральные, пространственные и др. Раздел 3. Техника различных видов лазеров. Тема 1. Классификация и типы лазеров.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Рейтинг-контроль 1

1. Сравнение лазера с другими источниками энергии.
2. Способы создания инверсии в различных средах.
3. Усиление света в реальной среде. Коэффициент потерь.
4. Насыщение усиления.

5. Роль спонтанного излучения в развитии генерации.
6. Способы получения свойств лазеров (монохроматичность, когерентность, направленность, яркость, поляризованность) от обычных источников и их недостатки.

Рейтинг-контроль 2

1. Добротность резонатора, потери излучения и резонансные свойства.
2. Моды резонатора и их обозначение.
3. Оптическая накачка. Скорость и эффективность оптической накачки.
4. Электронная накачка. Эффективность накачки.
5. Возбуждение посредством резонансной передачи энергии. Упругие и неупругие соударения.
6. Назовите явление: _____
Уменьшение интенсивности оптического излучения, проходящего через материальную среду, за счёт процессов его взаимодействия со средой.

Рейтинг-контроль 3

1. Отметьте утверждения, характерны для спонтанного излучения:
 - когерентное;
 - некогерентное;
 - сонаправленное возбуждающему потоку;
 - вероятность перехода на стабильный уровень зависит от интенсивности падающей волны;
 - вероятность перехода на стабильный уровень зависит от времени жизни на возбужденном уровне;
 - число квантов света при переходах из основного на возбужденный уровень равняется числу квантов испущенных в обратных переходах;
 - частота электромагнитного излучения определяется разностью энергий возбужденного и основного уровней системы;
 - частота излучения равна частоте возбуждающего потока;
 - не совпадает по фазе и направлению;
2. Перечислите основные элементы лазера: _____
3. Дайте классификацию лазеров по типу активной среды: _____
4. Отметьте утверждения, характерны для режима свободной генерации:
 - непрерывный режим работы;
 - импульсный/импульсно-периодический режим;
 - одномодовый состав излучения;
 - многомодовый состав излучения;
 - потери в резонаторе остаются неизменными;
 - резкое изменение добротности резонатора;
 - монохроматичное излучение;
 - модуляция потерь в резонаторе для жесткого закрепления фазовых отношений между модами;
 - длительность импульсов $\sim 10^{-15} - 10^{-12}$ с;
 - высокие мощности генерации.
5. Данное утверждение верно для _____
Произвольный луч, последовательно отражаясь от каждого из зеркал резонатора, остается в пределах ограниченной области.
6. Соотнесите высказывание по типам газовых лазеров:
Излучательный переход осуществляется на между уровнями возбужденных молекул - _____
Излучательный переход осуществляется на между уровнями ионизированных атомов - _____
Излучательный переход осуществляется на между уровнями нейтральных атомов - _____
Излучательный переход осуществляется на между уровнями нейтральных

Вопросы к экзамену по дисциплине:

1. Энергетические, временные, спектральные и пространственные характеристики лазерного излучения. Расходимость, длина волны. Понятие ближней и дальней зоны, размер пучка, форма волнового фронта.
2. Газовые лазеры на нейтральных атомах.
3. Особенности основных режимов работы лазеров: режим свободной генерации, режим модуляции добротности резонатора, режим синхронизации мод.
4. Способы создания инверсии в различных средах. Скорость и эффективность каждого вида накачки.
5. Общие особенности и типы твердотельных лазеров.
6. Техника безопасности при работе с лазерами.
7. Потери излучения и добротность резонатора, резонансные свойства. Устойчивые и неустойчивые резонаторы. Моды резонатора и их обозначение. Плоский и конфокальный резонаторы и их свойства.
8. Создание инверсии населенности в полупроводниках.
9. Техника безопасности при работе с лазерами.
10. Основные процессы, происходящие в активном резонаторе.
11. Жидкостные лазеры. Управление спектром излучения жидкостных лазеров.
12. Основные свойства лазерного излучения. Способы получения этих свойств от обычных источников и их недостатки. Преимущества лазера как источника излучения, вытекающие из его свойств излучения.
13. Газодинамические лазеры.
14. Классификация и типы лазеров. Классификация по типу активной среды. Классификация по способу накачки. Классификация по режиму работы. Главные достоинства и недостатки основных типов лазеров.
15. Ионные лазеры. Лазеры на парах металлов.
16. Лазер как усилитель с положительной обратной связью. Роль спонтанного излучения в развитии генерации.
17. Описать особенности работы твердотельных лазеров, работающих по 3-уровневой системе.
18. Особенности газовых лазеров («+» и «-»)
19. Основные элементы лазера и их роль.
20. ТЕА CO₂ – лазеры. Химические лазеры.
21. Конструктивные особенности элементов лазеров различных типов.
22. Энергетические уровни атомов, ионов и молекул. Оптические переходы. Поглощение, спонтанное и вынужденное излучение. Активная среда и инверсия населенностей.
23. Описать особенности работы твердотельных лазеров, работающих по 4-уровневой системе.
24. Механизм инверсии в CO₂ лазерах. Состав рабочей смеси. CO₂ - лазеры с продольной прокачкой и поперечной прокачкой газа.
25. Способы создания инверсии в различных средах. Усиление света в реальной среде. Коэффициент потерь. Насыщение усиления.
26. Общие особенности и типы газовых лазеров.
27. Инжекционные лазеры. Лазеры на гомоструктурах и гетероструктурах.
28. Молекулярные газовые лазеры.
29. Определение лазера как прибора. Роль лазеров в современном приборостроении. Сравнение лазера с другими источниками энергии.

Вопросы для контроля самостоятельной работы:

1. Особенности лазерной техники, имеющей бытовые применения.

2. Лазерные технологические операции. Связь параметров лазерного излучения и областей применения.
3. Элементы, на которых получают генерацию в твердотельных лазерах.
4. Лазеры на свободных электронах, рентгеновские и гамма - лазеры.
5. Эксимерные лазеры.
6. Применение лазеров в медицине. Связь поглощающей/проникающей способности биологических тканей от частоты излучения.
7. История развития лазерной техники.
8. Влияние параметров резонатора на энергетический и модовый состав излучения.

Примерные темы для курсовых работ

1. Расчет преобразования гауссова пучка произвольной оптической системой.
2. Расчет резонансных частот оптического резонатора.
3. Расчет поперечной моды низшего порядка трехзеркального резонатора.
4. Расчет поперечной моды низшего порядка четырехзеркального резонатора.
5. Расчет условия устойчивости трехзеркального резонатора.
6. Расчет условия устойчивости четырехзеркального резонатора.
7. Расчет термических деформаций резонатора лазера с круглым цилиндрическим активным элементом.
8. Расчет поперечных мод неустойчивого резонатора.
9. Расчет поперечной моды низшего порядка неустойчивого резонатора с переменным коэффициентом отражения зеркал.
10. Расчет выходных характеристик лазера, работающего в режиме свободной генерации при непрерывной накачке.
11. Расчет оптимальной связи на выходе лазера, работающего в режиме свободной генерации при непрерывной накачке.
12. Расчет перестройки длины волны лазерной генерации с помощью двулучепреломляющего фильтра.
13. Расчет перестройки длины волны лазерной генерации с помощью многокомпонентных фильтров Лию.
14. Расчет характеристик интерферометра Фабри-Перо.
15. Расчет временных характеристик релаксационных колебаний в лазерах, работающих по трех- и четырехуровневым схемам.
16. Расчет поляризационного модулятора света.
17. Расчет акустооптического модулятора добротности.
18. Расчет электрооптического модулятора добротности.
19. Расчет выходных характеристик лазера с активной модуляцией добротности, работающего в импульсном и импульсно-периодическом режимах.
20. Расчет выходных характеристик лазера с пассивной модуляцией добротности с импульсной и непрерывной накачкой.
21. Расчет оптимальной связи на выходе лазера с активной модуляцией добротности, работающего в импульсном режиме.
22. Расчет временной зависимости интенсивности лазерного излучения при генерации продольных мод с синхронизированными фазами.
23. Расчет длительности импульсов, генерируемых в лазерах с амплитудно-модуляционной синхронизацией мод.
24. Расчет длительности импульсов, генерируемых в лазерах с синхронизацией мод при помощи быстрого насыщающегося поглотителя.
25. Определение размера лазерного пучка с помощью методик изменяющейся диафрагмы, движущегося оптического ножа и перемещающейся щели.
26. Расчет усилителя лазерных импульсов.
27. Расчет решеточного компрессора лазерных импульсов.
28. Расчет призматического компрессора лазерных импульсов.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература			
1. Введение в фемтонанопонику. Фундаментальные основы и лазерные методы управляемого получения и диагностики	2015	-	http://www.iprbooks hop.ru/40504.html
1	2	3	4
наноструктурированных материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ С.М. Аракелян [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос			
Резание металлов излучением мощных волоконных лазеров / Е. Д. Вакс, И. Ф. Лебёдкин, М. Н. Миленький [и др.]. — Москва : Техносфера, 2016. — 356 с. — ISBN 978-5-94836-427-8	2016	-	http://www.iprbooks hop.ru/58866.html
Назаров, В. В. Применение пакета Mathcad в задачах оптики лазеров : учебное пособие / В. В. Назаров, В. Ю. Храмов. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. — 66 с. — ISBN 2227-8397	2015	-	http://www.iprbooks hop.ru/67582.html
Дополнительная литература			
1. Специальные методы сварки и пайки : учебник для подготовки дипломированных специалистов направления "Машиностроительные технологии и оборудование" специальности "Оборудование и технология сварочного производства" / В. А. Фролов [и др.] ; под ред. В. А. Фролова .— Москва : Интернет Инжиниринг, 2003 .— 183 с. : ил. — Библиогр.: с. 181-182 .— ISBN 5-89594-090-0.	2003	1	-
2. 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	2011	-	http://www.iprbooks hop.ru/11534.html
3. Бакланов, Е. В. Основы лазерной физики : учебник / Е. В. Бакланов. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 131 с. — ISBN 978-5-7782-1606-8	2011	-	http://www.iprbooks hop.ru/45127.html

7.2. Периодические издания

1. Лазерный мир - Интернет-журнал о лазерных технологиях lazer.pf
2. eLIBRARY.RU - Журнал "Лазер" <https://elibrary.ru> › title_about
3. Лазер | Журнал Популярная Механика <https://www.popmech.ru> › tag › lazer

7.3. Интернет-ресурсы

1. <http://znanium.com/> ;
2. <http://www.studentlibrary.ru/> ;
3. <http://www.ntmdt.ru> .

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий *лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.*

Лекционные аудитории, оснащённые доской и переносным проектором для проведения занятий с применением компьютерных презентаций и демонстрационных роликов (420-3, 3156-3).

Аудитории для проведения практических и лабораторных занятий, оснащённые современными персональными компьютерами, объединёнными в локальную вычислительную сеть и укомплектованными необходимым системным и прикладным программным обеспечением (1226-3) и научные лаборатории (107а-3, 107-3, 419-3), где размещены современные лазерные комплексы: миллисекундная и фемтосекундная лазерные установки, а также переносной лабораторный практикум по лазерной технике.

Рабочую программу составил ст.препод.каф.ФиПМ Е.Л. Шаманская Шаманская Е.Л.
(ФИО, подпись)

Рецензент
(представитель работодателя) Тен. директор ООО "ВладМиТех" Андрей АВ Андрей
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ
Протокол № 1 от 02.09.2019 года
Заведующий кафедрой С.М. Артамошин
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии
Протокол № 1 от 02.09.2019 года
Председатель комиссии С.М. Артамошин
(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

«Лазерная техника»

образовательной программы направления подготовки 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии, бакалавриат

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Зав. кафедрой _____ / _____

Подпись

ФИО