

Направление подготовки 12.03.02 «Опtotехника»  
Профиль «Опτικο-электронные приборы и системы»  
РПД Б1.В.11 «Лазерная техника»



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**УТВЕРЖДАЮ**

Зам. директора  
по учебно-методической работе  
филиала ФГБОУ ВО  
«НИУ «МЭИ» в г. Смоленске  
В.В. Рожков  
« 25 » 08 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА**

---

Направление подготовки: **12.03.02 «Опtotехника»**

Профиль **«Опτικο-электронные приборы и системы»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года**

Форма обучения: **очная**

Год набора: **2021**

Смоленск

Программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавриата «ОпTOTехника», утвержденного приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 948.

**Программу составил:**

канд. техн. наук, доцент

  
подпись

Беляков Михаил Владимирович  
ФИО

«24» июня 2021 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Электроники и микропроцессорной техники»

«25» июня 2021 г., протокол № 11

**Заведующий кафедрой «Электроники и микропроцессорной техники»:**

  
подпись

Якименко Игорь Владимирович  
ФИО

«02» июля 2021 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

**Ответственный в филиале по работе с ЛОВЗ и инвалидами**

  
подпись

Зуева Елена Владимировна  
ФИО

«02» июля 2021 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** освоения дисциплины: изучение технологических процессов производства и контроля лазеров для оптических и опτικο-электронных приборов и комплексов.

**Задачи:**

- изучить принципы работы современных лазеров;
- уметь рассчитывать требуемые характеристики и параметры работы лазерных установок;
- владеть навыками применения лазеров в оптических и опτικο-электронных приборах и комплексах.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Б1.В.11 «Лазерная техника» относится к вариативной части программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: Б1.В.05 «Оптические и световые измерения», Б1.В.08 «Основы цифровых формирования и обработки сигналов, Б1.В.ДВ.03.01 «Цифровая обработка изображений», Б1.В.ДВ.03.02 «Цифровая обработка многомерных сигналов».

Перечень дисциплин, знания, умения и навыки, которых формируются параллельно с данной дисциплиной: Б1.В.10 «Моделирование оптических систем».

Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной: Б2.В.04(Н) «Научно-исследовательская работа», ФТД.02 «Информационные технологии в опτικο-электронном приборостроении».

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
<b>ПК-1</b> Способен строить простейшие физические и математические модели приборов опtotехники, оптических и опτικο-электронных систем, комплексов различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютер-	<b>ПК-1.1</b> Строит простейшие физические и математические модели приборов опtotехники, оптических и опτικο-электронных систем, комплексов различного функционального назначения	<b>Знает:</b> Как строить простейшие физические и математические модели приборов опtotехники, оптических и опτικο-электронных систем, комплексов различного функционального назначения <b>Умеет:</b> Строить простейшие физические и математические модели приборов опtotехники, оптических и опτικο-электронных систем, комплексов различного функционального назначения <b>Владеет:</b> Методами строительства простейших физических и математических моделей приборов опtotехники, оптических и опτικο-

ного моделирования		электронных систем, комплексов различного функционального назначения
	<b>ПК-1.2</b> Использует стандартные программные средства их компьютерного моделирования	<b>Знает:</b> Как использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования <b>Умеет:</b> использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования <b>Владеет:</b> Методами использования стандартных программных средств их компьютерного моделирования



**Содержание дисциплины:**

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	лекционные занятия 10 шт. по 2 часа: 1.1. Индуцированные и спонтанные переходы. 1.2. Поглощение в квантовых системах. 1.3. Функциональная схема лазера. 1.4. Типы опTических резонаторов. 1.5. Газовые лазеры. 1.6. Твердотельные лазеры. 1.7. Полупроводниковые лазеры. 1.8. ОпTические системы для концентрации излучения лазера. 1.9. Модуляторы лазерного излучения. 1.10. Преобразования лазерного излучения.
2	лабораторные работы 3 шт. по (2) 4 часа: 2.1. Изучение элементов и узлов газовых лазеров 2.2. Электрооптическая модуляция лазерного излучения. 2.3. Исследование работы лазерного дальномера
3	Самостоятельная работа студентов: 3.1. Насыщение в квантовых системах 3.2. Потери излучения при генерации 3.3. Классификация лазеров 3.4. Жидкостные лазеры 3.5. ОпTическая накачка твердотельных лазеров 3.6. ОпTические системы для уменьшения расходимости лазерного пучка 3.7. Дефлекторы

**Текущий контроль:** опрос по темам лекционных и практических занятий, защита лабораторных работ.

**5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Таблица - Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной занятий по дисциплине

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1	Лекции	Классическая (традиционная, информационная) лекция Лекция, составленная на основе результатов научных исследований, в том числе с учётом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей

		Индивидуальные и групповые консультации по дисциплине
2	Лабораторная работа	Технология выполнения лабораторных заданий в малой группе (в бригаде) Технология обучения в сотрудничестве (командная, групповая работа) Допуск к лабораторной работе
3	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине)
4	Контроль (промежуточная аттестация: зачет или экзамен)	Технология устного опроса Технология письменного контроля, в том числе тестирование

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ – ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

К промежуточной аттестации студентов по дисциплине могут привлекаться представители работодателей, преподаватели последующих дисциплин, заведующие кафедрами.

Оценка качества освоения дисциплины включает как текущий контроль успеваемости, так и промежуточную аттестацию.

Вопросы текущего контроля

1. Основные особенности твердотельных лазеров.
2. Классификация и основные виды твердотельных лазеров.
3. Как осуществляется накачка в твердотельных лазерах?
4. Дайте сравнительную характеристику трех и четырехуровневым системам накачки.
5. Как осуществляется режим включения добротности с использованием электрооптических модуляторов.
6. От чего зависит амплитуда и длительность гигантских импульсов, генерируемых твердотельным лазером?
7. Чем определяется коэффициент полезного действия твердотельного лазера?
8. Классификация методов модуляции лазерного излучения.
9. Основные рабочие параметры модуляторов.
10. Сравните электрооптический и электроакустический методы модуляции лазерного излучения.
11. Чем отличаются продольный и поперечный эффекты Поккельса?
12. Что такое полуволновое напряжение?
13. От чего зависит глубина модуляции, обеспечиваемая электрооптическим модулятором?
14. Принцип работы газовых лазеров.
15. Основные узлы газовых лазеров и их функциональное назначение.
16. Какие факторы определяют частоту генерации лазера?
17. Как влияет давление газовой смеси на мощность, генерируемую газовым лазером?

18. Сравнительная характеристика He-Ne и CO<sub>2</sub> лазеров.
19. От чего зависит коэффициент полезного действия газового лазера?
20. Какие зеркала используют для резонатора He-Ne лазера и как они влияют на длину волны генерируемого излучения?

#### Вопросы к промежуточной аттестации

1. Индуцированные и спонтанные переходы.
2. Ширина спектральной линии при излучении и поглощении.
3. Поглощение в квантовых системах: создание инверсной населенности. Энергия накачки.
4. Поглощение в квантовых системах: коэффициент поглощения. Изменение населённости в двухуровневой системе.
5. Насыщение в квантовых системах.
6. Функциональная схема лазера.
7. Развитие генерации в лазере. Добротность резонатора.
8. Развитие генерации в лазере. Условия баланса амплитуд и баланса фаз.
9. Потери излучения при генерации.
10. Устойчивость резонаторов.
11. Типы оптических резонаторов. Конфокальный резонатор.
12. Типы оптических резонаторов. Полукофокальный, плоский и концентрический резонаторы.
13. Неустойчивые резонаторы.
14. Характеристики и параметры лазерного излучения.
15. Режимы работы лазеров: режим свободной генерации.
16. Режимы работы лазеров: режим генерации гигантских импульсов.
17. Режимы работы лазеров: режим синхронизации продольных мод.
18. Классификация лазеров.
19. Газовые лазеры: гелий-неоновый лазер.
20. Газовые лазеры: CO<sub>2</sub>-лазер.
21. Жидкостные лазеры: лазеры на растворах органических красителей.
22. Жидкостные лазеры: лазеры на неорганических жидкостях.
23. Твердотельные лазеры.
24. Трёх- и четырёхуровневая энергетические системы.
25. Оптическая накачка твердотельных лазеров: источники излучения.
26. Оптическая накачка твердотельных лазеров: светотехническая арматура.
27. Полупроводниковые лазеры.
28. Инжекционный лазер на арсениде галлия.
29. Оптические системы для концентрации излучения лазера.
30. Оптические системы для уменьшения расходимости лазерного пучка.
31. Модуляторы лазерного излучения.
32. Дефлекторы.
33. Поляризационные преобразования лазерного излучения.
34. Фазовое, частотное и временное преобразования лазерного излучения.
35. Ослабители лазерного излучения.

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок – "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", "зачтено", "не зачтено" (далее - пятибалльная система).

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – Зачет с оценкой.



Применяемые критерии оценивания по дисциплинам (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «эталонный».
«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом непринципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый».
«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «пороговый».
«неудовлетворительно»/ не зачтено	Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Учебное и учебно-лабораторное оборудование**

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной.

Для проведения занятий лабораторного типа используются специализированные лаборатории: лаборатория А-107 «Лазерная техника», расположенная по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр., д.1, Здание энергетического института (лабораторный корпус № 2).

Лаборатории оснащена четырьмя лабораторными стендами.

В основное оборудование лаборатории входят следующая аппаратура, необходимая для проведения лабораторных работ по дисциплине «Лазерная техника»: стенды для исследования лазеров, лазерный дальномер, электроизмерительные приборы.

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональным компьютерами с подключением к сети "Интернет" и доступом в ЭИОС филиала.

## **8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ**

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

### **для слепых и слабовидящих:**

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачет проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

### **для глухих и слабослышащих:**

- лекции оформляются в виде электронного документа;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачет проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

**для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;
- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**для слепых и слабовидящих:**

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

**для глухих и слабослышащих:**

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

**для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература.**

1. Конаков А. Н., Беляков М. В. Лазерная техника. Учебное пособие по дисциплине «Лазерная техника». РИО филиала МЭИ в г. Смоленске. Смоленск, 2013 – 118 с.
2. Киселев, Г. Л. Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие / Г. Л. Киселев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-4986-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130188> (дата обращения: 14.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Богданов, А. В. Волоконные технологические лазеры и их применение : учебное пособие / А. В. Богданов, Ю. В. Голубенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 236 с. — ISBN 978-5-8114-2027-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная си-

стема. — URL: <https://e.lanbook.com/book/101825> (дата обращения: 14.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Борейшо, А. С. Лазеры: устройство и действие : учебное пособие / А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-2088-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/72972> (дата обращения: 14.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **Дополнительная литература.**

1. Карлов Н.В. Лекции по квантовой электронике. – М.: Наука, 1988. - 336 с.
2. Крылов К.И. Основы лазерной техники.- Л.: Машиностроение, 1990. – 316 с.

#### **Список авторских методических разработок.**

1. ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА. Методическое пособие по лабораторным и практическим занятиям по дисциплине «Лазерная техника» / Сост.: М. В. Беляков, К. Г. Степанов, М. А. Телегин. — Смоленск: РИО филиала ФГБОУ ВО НИУ МЭИ в г. Смоленске, 2015. — 24 с.

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер из- ме- не- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц в доку- менте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр	Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр	Дата введения из- менения
	из- ме- нен- ных	за- ме- нен- ных	но- вых	ан- ну- ли- ро- ванн ых					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10