

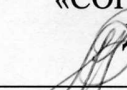
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

КАФЕДРА ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ

«СОГЛАСОВАНО»


Декан ФЭ


/ Н.М. Верещагин
«03» 06 2020 г

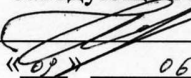


«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД


/ А.В. Корячко
06 2020 г

Заведующий кафедрой ЭП


/ М.В. Чиркин
«03» 06 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.01 «Лазерные технологии в промышленности»

Направление подготовки

11.03.04 Электроника и микроэлектроника

Направленность (профиль) подготовки

«Электронные приборы и устройства»

Уровень подготовки

Академический бакалавриат

Квалификация выпускника — бакалавр

Форма обучения — очная

Рязань, 2020 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»,

утвержденного 19.09.2017 №927

Разработчики
к.т.н., доцент

Ястребков А.Б.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«__» _____ 20__ г., протокол № _____

Заведующий кафедрой «Электронные приборы»

д.ф. - м.н., профессор

М.В. Чиркин

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы бакалавриата

Рабочая программа по дисциплине «Лазерные технологии в промышленности» является составной частью основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) академического бакалавриата, разработанной в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника» (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Минобрнауки России от 12.03.2015 № 218.

Целью освоения дисциплины является подготовка бакалавров, способных эффективно использовать существующие программные средства вычислительной техники в лазерных технологиях и самостоятельно решать прикладные задачи в области лазерной техники и лазерных технологий и задач, связанных научно-исследовательской и производственно-технологической деятельностью в области создания новых и применения известных лазерных технологий в промышленности.

Задачи дисциплины:

- изучение физики работы основных технологических лазеров и промышленных систем лазерной обработки материалов;
- определение условий применения лазерных технологий в промышленности;
- изучение функциональных возможностей при обработке материалов различными технологическими лазерами;
- изучение физических процессов лежащих в основе лазерного взаимодействия с веществом;
- получение навыков научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
	ПК-2. Способен аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и микроэлектроники различного функционального назначения	<u>Знать:</u> основные методы исследования параметров лазерного излучения и лазерного технологического оборудования <u>Уметь:</u> обоснованно выбирать методы исследования параметров и характеристик лазерного излучения и лазерного технологического оборудования <u>Владеть:</u> навыками применения методов исследования параметров и характеристик лазерного излучения и лазерного технологического оборудования
	ПК-8. Способен выполнять работы по технологической подготовке произ-	<u>Знать:</u> основные технологические операции, выполняемые с помощью ла-

	водства материалов и изделий электронной техники	зерных установок при производстве материалов и изделий электронной техники <u>Уметь:</u> осуществлять выбор технологических операций для решения задач при производстве изделий электронной техники <u>Владеть:</u> навыками использования лазерных установок
--	--	---

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина "Лазерные технологии в промышленности" (Б1.В.ДВ.02.01) относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока №1 профессионального цикла дисциплин ОПОП «Электронные приборы и устройства» по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» ФГБОУ ВО «РГРТУ».

Дисциплина изучается по очной форме обучения на 4 курсе в 8 семестре.

Пререквизиты дисциплины. Данная дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении следующих дисциплин учебного плана: "Математика", "Физика", "Основы статистической физики", "Квантовая и оптическая электроника", "Пакеты прикладных программ", «Метрология, стандартизация и технические измерения», «Лазерные и волоконно-оптические устройства».

До начала изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:

знать: общие разделы высшей математики (дифференциальное и интегральное исчисление), разделы физики (механика, электричество и магнетизм, атомная физика, молекулярная физика). Предполагается, что студентами ранее усвоены энергетические диаграммы атомов, молекул и твердых тел, виды электромагнитных излучений, механизмы получения инверсии и генерации лазерного излучения в различных средах, виды резонаторов, освоены уравнения баланса, основные режимы работы лазеров и методы управления параметрами лазерного излучения;

уметь: применять на практике основные приемы и программные средства обработки и представления данных в соответствии с задачей исследования характеристик и параметров приборов квантовой электроники;

владеть: начальными навыками экспериментального исследования параметров и характеристик приборов квантовой электроники.

Взаимосвязь с другими дисциплинами. Курс «Лазерные технологии в промышленности» содержательно и методологически взаимосвязан с другими курсами, такими как: «Математика», «Физика», «Основы статистической физики», «Метрология, стандартизация и технические измерения», «Квантовая и оптическая электроника», «Лазерные и волоконно-оптические устройства». Программа курса ориентирована на возможность расширения и углубления знаний, умений и навыков бакалавра для успешной профессиональной деятельности.

Постреквизиты дисциплины. Компетенции, полученные в результате освоения дисциплины необходимы обучающемуся при изучении следующих дисциплин: «Преддипломная практика», «Выпускная квалификационная работа».

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 ЗЕ (108 часов).

Вид промежуточной аттестации обучающихся: зачет.

Вид учебной работы	Всего часов		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	108	-	-
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	32	-	-
Лекции	16	-	-
Лабораторные работы	16	-	-
Практические занятия	-	-	-
Самостоятельная работа обучающихся (всего), в том числе:	76	-	-
Курсовой проект/ курсовая работа	-	-	-
Подготовка к экзамену, консультации	-	-	-
Консультации в семестре	4	-	-
Иные виды самостоятельной работы	72	-	-
Вид промежуточной аттестации обучающихся:	зачет	-	-

4. Содержание дисциплины

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Тема 1. Введение.

Предмет дисциплины и ее задачи. Структура и содержание дисциплины. Последовательность построения стандартной лазерной технологии обработки материалов. Техника безопасности при работе с лазерами.

Тема 2. Физические основы работы лазеров, применяемых в промышленности.

Основные процессы, сопровождающие взаимодействие излучения с двухуровневой системой: поглощение, спонтанное и вынужденное излучение.

Основные свойства вынужденного излучения. Связь между вероятностями вынужденного и спонтанного излучений. Схемы создания инверсии населенностей в лазерах. Роль лазерного резонатора и пороговое значение коэффициента усиления.

Тема 3. Основные типы технологических лазеров.

Индустриальные CO₂ лазеры и их конструктивные особенности.

Nd³⁺ – YAG твердотельные лазеры и их конструктивные особенности.

Мощные дисковые лазеры и их конструктивные особенности.

Мощные волоконные лазеры и их конструктивные особенности.

Тема 4. Управление характеристиками и параметрами лазерного излучения.

Внутрирезонаторные способы управления параметрами лазерного излучения: получение гигантских импульсов.

Основные типы оптических затворов и принципы их действия: оптико-механический затвор, электрооптический затвор, акустооптический затвор и пассивный затвор.

Способы управления параметрами лазерного излучения во времени при непрерывной и импульсной накачке.

Работа лазера в режиме пассивной синхронизации продольных мод.

Внерезонаторные методы управления параметрами лазерного излучения в пространстве: электромеханический дефлектор, акустооптический дефлектор и пьезоэлектрический дефлектор.

Векторная и растровая схемы управления лазерным излучением в пространстве.

Тема 5. Принципы и схемы построения лазерных технологических комплексов.

Лазерные комплексы по резке металлических материалов.

Лазерные комплексы по резке неметаллических материалов.

Лазерные маркеры и граверы.

Лазерные комплексы по сварке и наплавке.

Основные свойства лазерного излучения, используемые в силовых лазерных технологиях.

Особенности эксплуатации и обслуживания лазеров.

Тема 6. Классификация методов лазерной обработки поверхности.

Основные способы лазерной обработки металлических материалов: закалка и упрочнение, сварка, резка, пробивка отверстий и гравировка.

Лазерная обработка неметаллических материалов: резка, сварка и гравировка.

Тема 7. Основные процессы, сопровождающие силовое воздействие лазерного излучения на вещество.

Тепловые процессы, сопровождающие силовое взаимодействие лазерного излучения с веществом. Основные стадии взаимодействия лазерного излучения с веществом.

Основные параметры лазерного излучения и вспомогательного оборудования, определяющие характер взаимодействия лазерного излучения с веществом. Влияние поляризации и длины волны излучения на характер силового взаимодействия лазерного излучения с веществом.

Достоинства и преимущества лазерной обработки материалов по сравнению с обычными методами.

4.2. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий(в академических часах).

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			Всего	лекции	Практ	лабор	
1	Введение.	3	1	1	-	-	2
2	Физические основы работы лазеров, применяемых в промышленности	11	3	3	-	-	8
3	Основные типы технологических лазеров	18	8	4	-	4	10
4	Управление характеристиками и параметрами лазерного излучения	16	6	2	-	4	10
5	Принципы и схемы построения лазерных технологических комплексов	16	6	2	-	4	10
6	Классификация методов лазерной обработки поверхности	12	6	2	-	4	6
7	Основные процессы, сопровождающие силовое воздействие лазерного излучения на вещество	8	2	2	-	-	6
8	Консультации в семестре	4	-	-	-	-	4
9	Зачет	20	-	-	-	-	20
	Всего:	108	32	16	-	16	76

4.3 Виды практических, лабораторных и самостоятельных работ

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
1	Введение	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций.	2
2	Физические основы работы лазеров, применяемых в промышленности	Самостоятельная работа обучающегося	Схемы создания инверсии населенностей в лазерах Изучение конспекта лекций.	8
3	Основные типы технологических лазеров	Самостоятельная работа обучающегося	Подготовка к лабораторным работам (ЛР) – Освоение основ пакетов прикладных программ SolidWorks. Изучение конспекта лекций.	10

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
		Лабораторная работа	Изучение технологии создания файла данных для лазерных технологий резки и гравировки.	4
4	Управление характеристиками и параметрами лазерного излучения	Самостоятельная работа обучающегося	Внутрирезонаторные способы управления параметрами лазерного излучения: получение гигантских импульсов. Векторная и растровая схемы управления лазерным излучением в пространстве. Изучение конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета.	10
		Лабораторная работа	«Лазерная технология маркировки твердотельным или волоконным лазером с непрерывной ламповой накачкой»	4
5	Принципы и схемы построения лазерных технологических комплексов	Самостоятельная работа обучающегося	Основные свойства лазерного излучения, используемые в силовых лазерных технологиях. Особенности эксплуатации и обслуживания лазеров. Изучение конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета.	10
		Лабораторная работа	«Лазерная технология резки металлов твердотельным лазером с импульсно-периодической ламповой накачкой» или «Лазерная технология резки и гравировки неметаллических материалов СО ₂ лазером средней мощности»	4
			Изучение лазерной технологии сварки с помощью твердотельного лазера с импульсной ламповой накачкой	4
6	Классификация методов лазерной обработки поверхности	Самостоятельная работа обучающегося	Лазерная обработка неметаллических материалов: резка, сварка и гравировка. Изучение конспекта лекций. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета.	6

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
7	Основные процессы, сопровождающие силовое воздействие лазерного излучения на вещество	Самостоятельная работа обучающегося	Основные параметры лазерного излучения и вспомогательного оборудования, определяющие характер взаимодействия лазерного излучения с веществом. Влияние поляризации и длины волны излучения на характер силового взаимодействия лазерного излучения с веществом. Изучение конспекта лекций.	6
8	Консультации в семестре	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций.	4
9	Зачет	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету	20

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Реди Д. Промышленное применение лазеров. – М.: Наука, 1987 г..
2. Сафонов А.Н. и др. Современные лазерные технологии. – М.: Высшая школа, 1990 г.
3. Г.М. Зверев и др. Лазеры на алюмоиттриевом гранате с неодимом. Москва: Радио и связь, 1985 г.
4. Кебнер Г. Промышленное применение лазеров. М.: Машиностроение, 1988г.
5. Справочник по лазерной технике под ред. Напартовича А.П. М.: Энергоатомиздат, 1991г.

Перечень учебно-методического обеспечения лабораторных занятий

1. Лазерные технологии: методические указания к лабораторным работам /сост. А.Б.Ястребков.– [Электронный ресурс], 2011 г. – 65 с. (доступен в компьютерном классе при АО «Рязанский радиозавод»)
2. Крылов К.И., Прокопенко В.Т., Тарлыков В.А. Основы лазерной техники. - Л.: Машиностроение, 1990 г.
3. Справочник по лазерной технике под ред. Напартовича А.П. М.: Энергоатомиздат, 1991 г.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств приведен в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Лазерные технологии в промышленности»).

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная учебная литература:

1. Реди Д. Промышленное применение лазеров. – М.: Наука, 1987 г..
2. Сафонов А.Н. и др. Современные лазерные технологии. – М.: Высшая школа, 1990 г.
3. Г.М. Зверев и др. Лазеры на алюмоиттриевом гранате с неодимом.

Москва: Радио и связь, 1985 г.

4. Кебнер Г. Промышленное применение лазеров. М.: Машиностроение, 1988г.

5. Справочник по лазерной технике под ред. Напартовича А.П. М.: Энергоатомиздат, 1991.

Дополнительная учебная литература:

1. Ю. Айхлер, Г.- И. Айхлер. Лазеры. Исполнение, управление, применение: пер. с нем. / М.: Техносфера, 2008 . – 440 с. – (Мир физики и техники) . - ISBN 978-5-948361-67-3.

2. Крылов К.И., Прокопенко В.Т., Тарлыков В.А. Основы лазерной техники. -

3. СНИП устройства и эксплуатации лазеров. ВИНТИ, Москва – 1982.

4. Виноградова Г. Н., Воронин Ю. М., Ермолаева Г. М. и др. Лазерные технологии: учебное пособие к лабораторным работам. - СПб.: ЛИТМО, 2007. - 46 с.

8. Перечень ресурсов информационно–телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

Электронные образовательные ресурсы:

1) Сайт журнала «LaserFocusWorld» [Электронный ресурс]. –

URL:<http://www.laserfocusworld.com>.

2) Сайт журнала «IndustrialLaserSystems» [Электронный ресурс]. –

URL:<http://www.industrial-lasers.com>.

3) Электронно-библиотечная система «IPRBook». ЭБС издательства

«IPRBook»[Электронный ресурс]. – URL:<http://iprbookshop.ru/>

4) Электронно-библиотечная система «Лань». ЭБС издательства «Лань» [Электронный ресурс]. – URL:<http://e.lanbook.com>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Материал каждой лекции рекомендуется изучать в день ее прочтения лектором, когда она еще не забыта. При этом необходимо использовать конспект и рекомендованную литературу. Использовать литературу необходимо для углубленного изучения материала лекции и для уточнения тех мест, которые в конспекте записаны недостаточно ясно. В конспекте каждой лекции необходимо оставлять чистое место и конспектировать в нем изученную литературу, чтобы при подготовке к текущей или промежуточной аттестации можно было повторить всю тему. Лектором в течение всего семестра проводятся консультации по лекционному материалу.

Каждую тему, предусмотренную планом самостоятельной работы, следует изучать самостоятельно в течение отведенных для ее изучения двух недель с помощью рекомендованной литературы. Все возникающие при этом вопросы надо записывать, чтобы получить на них ответы на консультации. По каждой теме для каждой учебной группы лектор проводит консультации в конце ее изучения (один раз в три недели).

К каждой лабораторной работе надо готовиться с помощью конспекта лекций по теме работы, изучения рекомендованной литературы и методических рекомендаций к лабораторным работам. Необходимо подготовить и шаблон отчета, чтобы за время, отведенное для выполнения работы, можно было оформить отчет, защитить и сдать его.

Отчет о лабораторной работе должен содержать следующие элементы:

– номер, название и цель работы;

– чертеж функциональной схемы установки, выполненный карандашом по линейке либо при помощи соответствующей компьютерной программы;

– основные расчетные соотношения;

– таблицы результатов экспериментов, выполненные карандашом по линейке;

- графики экспериментальных зависимостей, полученных при выполнении лабораторной работы;
- выводы, содержащие анализ и сравнение результатов, полученных в работе, с данными справочной литературы.

При выполнении лабораторной работы каждому студенту необходимо иметь полностью оформленный отчет о ранее выполненной работе и отчет о выполняемой работе, содержащий все перечисленные элементы (за исключением экспериментальных данных в таблице, графиков, выводов). При несоблюдении указанных требований студент к лабораторной работе не допускается.

В конце семестра при подготовке к аттестации студент должен повторить изученный в семестре материал и в ходе повторения обобщить его, сформировав цельное представление о нем. Следует иметь в виду, что на подготовку к промежуточной аттестации времени бывает очень мало, поэтому начинать эту подготовку надо заранее, не дожидаясь последней недели семестра.

Следует всегда помнить, что залог успеха в учебе – планомерная работа в течение всего семестра и своевременное выполнение всех видов работы.

Самостоятельная работа как вид учебной работы может использоваться на лекциях и лабораторных занятиях, а также иметь самостоятельное значение как внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – при подготовке к лекциям, лабораторным работам и к теоретическому зачету.

Основными видами самостоятельной работы по дисциплине являются:

- самостоятельное изучение отдельных вопросов по темам самостоятельных работ (п.4.3);
- подготовка к защите лабораторных работ, оформление отчета.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», при изучении студентами дисциплины «Лазерные технологии в промышленности» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных технологий проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой преподавателя и студента.

Изучение дисциплины предусматривает применение активных форм проведения занятий с целью формирования и развития общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций обучающихся.

При проведении самостоятельной работы обучающиеся используют следующие информационные технологии:

- доступ в сеть Интернет, обеспечивающий, поиск актуальной научно-методической и научно-технической учебно-производственной информации;
- необходимое программное обеспечение для выполнения программы дисциплины, установленное в вузе, а также для выполнения самостоятельной работы в домашних условиях;

При организации самостоятельной работы студентов используется комплекс учебных и учебно-методических материалов в сетевом доступе (программа, методические пособия, список рекомендуемых источников литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме и вопросы для самоконтроля).

Принятая технология обучения базируется на интерактивной работе в аудитории, когда в процессе лекций и лабораторных занятий, дополняемых самостоятельной работой обучаемых, в том числе и с участием преподавателя, выполняется серия экспрессзаданий, совокупность которых позволяет практически применить полученные знания, развивая компетенции, предусмотренные для данной дисциплины.

Проведение ряда занятий осуществляется с использованием компьютеров и мультимедийных средств, наглядных пособий.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

- 1) Операционная система Windows XP (лицензия Microsoft DreamSpark Membership ID 700102019);
- 2) Свободно распространяемый офисный пакет LibreOffice (лицензия LGPL-3.0+)
- 3) Пакеты прикладных программ SolidWorks,

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для освоения дисциплины необходимы:

1) для проведения лекционных занятий необходима аудитория с достаточным количеством посадочных мест, соответствующая необходимым противопожарным нормам и санитарно-гигиеническим требованиям;

2) для проведения лабораторного практикума используется аудитория, оснащенный ПК с требуемым лицензионным программным обеспечением, лазерным технологическим оборудованием

3) Образцы отчетов по лабораторным работам и изготовленные силами обучающихся макеты корпусов РЭА;

4) для проведения лекций и практических занятий аудитория должна быть оснащена проекционным оборудованием.

Программу составили
к.ф.м.н., доц.

Ястребков А.Б.