

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Физическое материаловедение и биомедицинская инженерия»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б.1.3.7.2 «Мощные лазеры в технологии машиностроения»

по направлению подготовки

22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль 1– «Материаловедение и технология новых материалов»

Квалификация – бакалавр

форма обучения – очная

курс – 4

семестр – 7

зачетных единиц – 3

часов в неделю – 3

всего часов – 108

в том числе:

лекции – 18

коллоквиумы – нет

практические занятия – 36

лабораторные занятия – нет

самостоятельная работа – 54

зачет – 7 семестр

экзамен – нет

РГР – нет

курсовая работа – нет

курсовой проект – нет

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины «Мощные лазеры в технологии машиностроения» приобретение теоретических и практических навыков, необходимых для разработки и исследования характеристик приборов, устройств, систем и комплексов с использованием лазерного излучения для задач промышленности и медицины.

Задачи изучения дисциплины

В результате изучения курса студент должен получить базовые представления о физических и конструкционных особенностях мощных технологических лазеров и основных характеристиках лазерного излучения; сформировать основные практические навыки применения лазерного технологического оборудования в научно-исследовательской деятельности. Получить практические знания и навыки по расчетам, конструированию и компьютерному моделированию элементов и узлов технологических систем приборов.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Спецкурс «Мощные лазеры в технологии машиностроения» относится к числу основных дисциплин промежуточного цикла обучения направления «Материаловедение и технология материалов», в которой рассматривается элементарная теория точечных, линейных и поверхностных дефектов, определяющих важнейшие свойства металлов и изменения их структуры при обработке и эксплуатации. Для успешного освоения дисциплины «Мощные лазеры в технологии машиностроения» студентам необходимо обладать знаниями в области следующих дисциплин:

- Б.1.1.17 «Общее материаловедение и технологии материалов»: классификацию материалов, свойства кристаллов;
- Б.1.1.8 «Физическая химия»: растворы, металлы, полимеры.
- Б.1.1.6 «Физика»: законы термодинамики; свойства кристаллов, аморфных материалов; диффузионные процессы;
- Б.1.1.5 «Математика»
- Б.1.2.5 «Физико-химические основы материаловедения и технологии получения материалов»: дислокации, дефекты кристаллов.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций: ПК-6.

Знает: теоретические и физические основы генерации лазерного излучения; параметры лазерного излучения, управление которыми дает возможность получать определенные эффекты; принципы оценки

технологичности и технологического контроля простых и средней сложности конструкторских решений;

Умеет: анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования.

Владеет: навыками разработке типовых процессов контроля параметров механических, оптических и оптико-электронных деталей и узлов.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Мо-ду-ля	№ Неде-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы/ из них в интерактивной форме					
				Всего	Лек-ции	Коллок-виумы	Лабора-торные	Прак-тичес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7		8	9
7 семестр									
		1	Ведение в лазерные технологии	15	2	-	-	5	7
		2	Принцип работы лазера. Схемы накачки.	15	2	-	-	5	7
		3	Свойства лазерного излучения. Режимы генерации лазерного излучения.	15	2	-	-	5	8
		4	Классификация лазеров	16	2	-	-	5	8
		5	Воздействие лазерного излучения на вещество. Плавление и испарение металлов.	16	4	-	-	5	8
		6	Технологический лазер. Сканирующая система лазера А-типа; Б-типа.	16	4	-	-	5	8
		7	Применение лазеров в технологических процессах. Оборудование для лазерных технологий.	15	2	-	-	6	8
Всего				108	18	-	-	36	54

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	<i>Введение в лазерные технологии.</i> Физика лазеров: процессы спонтанного и вынужденного излучения света и процесс его поглощения.	1, 2, 4-8
2	2	2	<i>Принцип работы лазера. Схемы накачки.</i> Рассмотрение энергетических уровней, усиление света в активной среде описанных статистикой Больцмана. Условия создания оптического квантового генератора.	1, 2, 4-8
2	2	3	<i>Свойства лазерного излучения. Режимы генерации лазерного излучения.</i> Характеристики лазерного излучения: монохроматичность, когерентность, направленность и яркость. Непрерывный режим генерации излучения, режим модуляции добротности.	1-8
3	2	4	<i>Классификация лазеров.</i> Твердотельные лазеры, рубиновые, неодимовые, оптоволоконные, полупроводниковые, газовые, химические, лазеры на центрах окраски, лазеры на красителях (жидкостные), эксимерные, лазеры на свободных электронах, рентгеновские лазеры.	1-8
3	2	5	<i>Воздействие лазерного излучения на вещество. Плавление и испарение металлов.</i> Взаимодействие лазерного излучения с непрозрачными твердыми телами. Нагревание материала без изменения фазового состояния и с его изменением. Физические и химические неоднородности поверхности. Скин-слой и оптические свойства металлов. Оптические свойства некоторых металлов. Окисление поверхностного слоя и изменения коэффициента отражения излучения, обусловленное окислением. Испарение металлов	1-6
4	2	6	<i>Технологический лазер. Сканирующая система лазера А-типа; Б-типа.</i> Основные параметры излучения технологических лазеров: мощность, длина волны излучения, длительность воздействия. Возможности регулировки длительности импульса. Пространственные характеристики лазерного пуска. Модовая структура излучения. Метод инварианта Лагранжа-Гельмгольца. Сканирование поверхности, расположенной по отношению к	1-8

			фокальной плоскости линзы. Микропроекционный метод. Контактная (теневая) схема. Активный проекционный метод. Комбинированные оптические методы.	
5	2	7	<i>Применение лазеров в технологических процессах. Оборудование для лазерных технологий.</i> Технология лазерной закалки различных материалов (стали, титановых, цирконевого, алюминиевых и медных сплавов). Лазерное легирование и наплавка. Лазерная сварка, резка, размерная обработка материалов. Классификация и характеристика лазерных технологических комплексов (ЛТК). Промышленные образцы ЛТК.	1-8

6. Содержание коллоквиумов

Коллоквиумы не предусмотрены учебным планом

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	5	1	Оптические схемы лазерной обработки	1-8
2	5	2	Основные физические процессы лазерных технологий	1-8
3	5	3	Лазерная микрообработка материалов	1-8
4	5	4	Лазерное термоупрочнение и сварка	1-8
5	5	5	Лазерные технологии в медицине	1-8
6	5	6	Лазерная обработка пленочных элементов	1-8
7	6	7	Некоторые другие применения лазерной обработки	1-8

8. Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4

1	6	Взаимодействие лазерного излучения с жидкостями и газами	2, 4, 5, 6
2	4	Лазерная абляция и плазмообразование	2, 4, 5, 6
3	6	Лазерное упрочнение цветных металлов и сплавов	1-8
4	6	Получение поверхностных покрытий с помощью лазерного излучения	2, 3, 8
5	8	Поверхностная лазерная закалка материалов	1-8
6	6	Взаимодействие лазерного излучения с керамическими и стеклофазными материалами	3-6
7	4	Особенности воздействия лазерного излучения на биообъекты	1-8
8	6	Перспективы воздействия микросекундных импульсов на материал	4-7
9	8	Современная аппаратура для изучения взаимодействия лазерного излучения с материалами	1-8

10. Расчетно-графическая работа

Не предусмотрена учебным планом

11. Курсовая работа

Не предусмотрена учебным планом

12. Курсовой проект

Не предусмотрен учебным планом

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Сформированность компетенции ПК-6 оценивается по следующим критериям:

№ п/п	Наименование дисциплины и код по базовому учебному плану	Части компонентов	Технологии формирования	Средства и технологии оценки
1	2	3	4	5
1	Б.1.3.7.2«Мощные лазеры в технологии машиностроения»	Знать: методы использования на практике современных представлений о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	Лекции, практические занятия	Устные опросы, тестирование, экзамен
		Уметь: использовать на практике современных представлений о	Лабораторные занятия, практические	Устные опросы, тестирование

	<p>влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями</p>	занятия	
	<p>Владеть: методами использования на практике современных представлений о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями</p>	Лабораторные занятия	Устные опросы, тестирование

Б.1.3.7.2 «Мощные лазеры в технологии машиностроения»

Ступени уровней освоения компетенций	Отличительные признаки
Пороговый (удовлетворительный)	<p>Знает: теоретические и физические основы генерации лазерного излучения; параметры лазерного излучения, управление которыми дает возможность получать определенные эффекты;</p> <p>Умеет: собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования</p> <p>Владеет: знанием перспективных областей применения лазерной техники</p>
Продвинутый (хорошо)	<p>Знает: принципы оценки технологичности и технологического контроля простых конструкторских решений;</p> <p>Умеет: собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования.</p> <p>Владеет: знанием основ по разработке типовых процессов контроля параметров механических, оптических и оптико-электронных деталей и узлов.</p>

Высокий (отлично)	<p>Знает: теоретические и физические основы генерации лазерного излучения; параметры лазерного излучения, управление которыми дает возможность получать определенные эффекты; принципы оценки технологичности и технологического контроля простых и средней сложности конструкторских решений;</p> <p>Умеет: анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования.</p> <p>Владеет: навыками разработке типовых процессов контроля параметров механических, оптических и оптико-электронных деталей и узлов.</p>
-------------------	---

14. Вопросы для зачета

1. Основные физико-химические процессы взаимодействия лазерного излучения и их применение в производстве.
2. Поглощение лазерного излучения в металлах.
3. Поглощение лазерного излучения в полупроводниках и диэлектриках.
4. Поверхностные электромагнитные волны.
5. Пространственные характеристики лазерного пучка.
6. Структура и распределение полей, условия существования поверхностных электромагнитных волн.
7. Лазерный нагрев материалов без изменения фазового состояния.
8. Лазерный нагрев материалов с изменением фазового состояния.
9. Классификация лазеров.
10. Тепловые эффекты в конденсированных средах.
11. Уравнение теплопроводности, начальное и граничные условия.
12. Линейные режимы лазерного нагрева.
13. Нелинейные режимы лазерного нагрева.
14. Условия создания оптического квантового генератора
15. Непрерывный режим генерации излучения, режим модуляции добротности.
16. Основные особенности лазерной активации процессов аррениусовского типа.
17. Лазерное окисление.
18. Физические и химические неоднородности поверхности.
19. Диффузионно-химические явления.
20. Экзотермические эффекты при импульсном лазерном воздействии на металлы.

21. Технология лазерной закалки различных материалов.
22. Лазерное легирование и наплавка.
23. Лазерное разрушение поглощающих материалов.
24. Лазерная сварка, резка, размерная обработка материалов.
25. Поляритонный механизм формирования лазерно-индуцированного поверхностного рельефа.
26. Основные особенности оптического пробоя и разрушения прозрачных диэлектриков.
27. Воздействие сверхкоротких лазерных импульсов на материалы.

15. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов используется следующие образовательные технологии:

1. Дистанционные на основе информационно-образовательной среды СГТУ имени Гагарина Ю.А., основе реализации возможности самостоятельного изучения материалов по всем видам образовательной деятельности в соответствии с учебным планом, в том числе до прохождения занятий, текущего дистанционного консультирования студентов.

2. Развивающее проблемно-ориентированное обучение, направленное на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения на основе рассмотрения примеров из практической деятельности преподавателей, в области научно-практических исследований.

3. Личностно ориентированное обучение, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе в рамках самостоятельной работы.

16. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Введение в фемтонанопонику. Фундаментальные основы и лазерные методы управляемого получения и диагностики наноструктурированных материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ С.М. Аракелян [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2015.— 744 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40504> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

2. Вейко В.П., Смирнов В.Н., Чирков А.М., Шахно Е.А. Лазерная очистка в машиностроении и приборостроении: Учебное пособие. - СПб.: НИУ ИТМО, 2013. - 103 с. <http://window.edu.ru/resource/047/79047>

3. Вакс Е.Д. Практика прецизионной лазерной обработки [Электронный ресурс]/ Вакс Е.Д., Миленский М.Н., Сапрыкин Л.Г.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2013.— 710 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26901>.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

4. Харанжевский Е.В. Физика лазеров, лазерные технологии и методы математического моделирования лазерного воздействия на вещество [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.В. Харанжевский, М.Д. Кривилев // Под общей редакцией П. К. Галенко. Ижевск: Изд-во "Удмуртский университет", 2011. 187 с.

Режим доступа:

<http://elibrary.udsu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/6519/20117-8.pdf?sequence=1>

5. Оптика и фотоника : принципы и применения : в 2 т. : учеб. пособие / Б. Салех, М. Тейх ; пер. с англ. В. Л. Дербова. - Долгопрудный : ИД "Интеллект", 2012 - . Т. 1. - 2012. - 760 с. : цв. ил. ; 24 см. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-91559-038-9 : 2009.70 р.

Экземпляры всего: 10

6. Оптика и фотоника : принципы и применения : в 2 т. : учеб. пособие / Б. Салех, М. Тейх ; пер. с англ. В. Л. Дербова. - Долгопрудный : ИД "Интеллект", 2012 - . Т. 2. - 2012. - 784 с. : цв. ил. ; 24 см. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-91559-135-5 : 2009.70 р.

7. Бакланов Е.В. Основы лазерной физики [Электронный ресурс]: учебник/ Бакланов Е.В.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011.— 131 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45127>.

8. Шандаров С.М. Введение в квантовую и оптическую электронику [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шандаров С.М., Башкирова А.И.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 98 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13922>

17. Материально-техническое обеспечение

Лекционная аудитория площадью 60 м², оборудованная мебелью, компьютером, проектором, экраном, доской для записей фломастером или мелом, лаборатория для проведения лабораторных работ площадью 60 м², оборудованная компьютером, проектором, экраном, доской для записей фломастером или мелом, наглядными пособиями, техническими средствами

Все лекции сопровождаются демонстрацией материалов в виде презентаций Power Point с наглядными иллюстрациями, графиками, таблицами.

Наглядные пособия

1. Плакаты.
2. Образцы сталей и чугунов.
3. Образцы цветных тяжелых и легких сплавов.
4. Образцы твердых сплавов и порошковых материалов.
5. Образцы пластмасс.
6. Металлорежущие инструменты.

Технические средства

1. Микроскопы МИМ-7, МБС-10.
2. Твердомеры ТП-2, ТШ.
3. Цифровой микротвердомер HVS-1000B
4. Машина испытательная универсальная Н75К-S
5. Универсальный лазерный комплекс LRS-50
6. Измеритель энергии и мощности