

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.02.02  
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ЛАЗЕРНЫЕ АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)

15.04.05 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

направленность (профиль)/специализация

**ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

Форма обучения: очная

Год набора: 2023

Общая трудоемкость: 6 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	4	Итого
Форма контроля	экзамен	
Вид занятий		
Лекции	12	12
Лабораторные	12	12
Практические	12	12
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	36,35	36,35
Самостоятельная работа	144	144
Контроль	35,65	35,65
Итого	216	216

Рабочую программу составил(и):

доцент кафедры ОиТМП, доцент, к.т.н., Гуляев В.А.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности)

15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

**Срок действия рабочей программы дисциплины до « 31 » августа 2025 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Оборудование и технологии машиностроительного производства»

---

(протокол заседания № 1 от «31» августа 2022 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – освоение общих принципов и средств, необходимых для применения современных наукоемких технологий применительно к производственным и технологическим процессам.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Проектирование процессов комбинированной обработки», «Интеллектуальные технологии процессов машиностроения», «Комбинированные технологии машиностроительных производств».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: подготовка и защита магистерской диссертации.

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-5. Способен разрабатывать технологические операции изготовления изделий средней сложности машиностроения с применением электрохимических и электрофизических методов обработки	ПК-5.1. Осуществляет контроль технологического процесса изготовления изделий машиностроения средней сложности с применением электрохимических и электрофизических методов обработки ПК-5.2. Разрабатывает технологическую документацию на технологические процессы изготовления изделий машиностроения средней сложности с применением электрохимических и электрофизических методов обработки	Знать: - методы и способы контроля технологического процесса изготовления изделий машиностроения средней сложности с применением электрохимических и электрофизических методов обработки; - методику составления технологической документации на технологические процессы изготовления изделий машиностроения средней сложности с применением электрохимических и электрофизических методов обработки.
		Уметь: - осуществлять контроль технологического процесса изготовления изделий машиностроения средней сложности с применением электрохимических и электрофизических методов обработки;

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		<p>- разрабатывать технологическую документацию на технологические процессы изготовления изделий машиностроения средней сложности с применением электрохимических и электрофизических методов обработки.</p> <p>Владеть:</p> <p>- навыками контроля технологического процесса изготовления изделий машиностроения средней сложности с применением электрохимических и электрофизических методов обработки;</p> <p>- навыками разработки технологической документации на технологические процессы изготовления изделий машиностроения средней сложности с применением электрохимических и электрофизических методов обработки.</p>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1	Лек.	1.1. Классификация современных аддитивных технологий.	4	2	-	2	Вопросы к экзамену
	Ср.	1.1. Классификация современных аддитивных технологий.	4	8	-	-	Вопросы к экзамену
	Пр.	1.1. Измерение расходимости лазерного луча.	4	2	-	-	Отчет в электронном виде
	Ср.	1.1. Измерение расходимости лазерного луча.	4	8			Вопросы к экзамену
	Лаб.	1.1. Когерентность лазерного излучения.	4	2			Отчет в электронном виде
	Ср.	1.1. Когерентность лазерного излучения.	4	8			Вопросы к экзамену
	Лек.	1.2. Технология лазерной стереолитографии.	4	2	-	-	Вопросы к экзамену
	Ср.	1.2. Технология лазерной стереолитографии.	4	8	-	-	Вопросы к экзамену
	Пр.	1.2. Изучение диаграммы направленности полупроводниковых светоизлучателей.	4	2			Отчет в электронном виде
	Ср.	1.2. Изучение диаграммы направленности полупроводниковых светоизлучателей.	4	8			Вопросы к экзамену
	Лаб.	1.2. Поляризация лазерного излучения.	4	2	-	-	Отчет в электронном виде
	Ср.	1.2. Поляризация лазерного излучения.	4	8			Отчет в электронном виде
Модуль 2	Лек.	2.1. Селективное лазерное спекание и сплавление металлических порошков.	4	2	-	2	Вопросы к экзамену

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Ср.	2.1. Селективное лазерное спекание и сплавление металлических порошков.	4	8	-	-	Вопросы к экзамену
	Пр.	2.1. Монохроматичность лазерного излучения.	4	2	-	-	Отчет в электронном виде
	Ср.	2.1. Монохроматичность лазерного излучения.	4	8			Вопросы к экзамену
	Лаб.	2.1. Лазерные линии связи	4	2			Отчет в электронном виде
	Ср.	2.1. Лазерные линии связи	4	8			Вопросы к экзамену
	Лек.	2.2. Прямое осаждение порошкового материала с использованием лазерной энергии.	4	2	-	-	Вопросы к экзамену
	Ср.	2.2. Прямое осаждение порошкового материала с использованием лазерной энергии	4	8	-	-	Вопросы к экзамену
	Пр.	2.2. Лазерная линия передачи энергии	4	2			Отчет в электронном виде
	Ср.	2.2. Лазерная линия передачи энергии	4	8			Вопросы к экзамену
	Лаб.	2.2. Изучение яркости лазерного излучения.	4	2	-	-	Отчет в электронном виде
	Ср.	2.2. Изучение яркости лазерного излучения.	4	8			Вопросы к экзамену
Модуль 3	Лек.	3.1. Моделирование аддитивного технологического процесса выращивания деталей коаксиальным лазерным плавлением.	4	2	-	-	Вопросы к экзамену
	Ср.	3.1. Моделирование аддитивного технологического процесса выращивания	4	8	-	-	Вопросы к экзамену

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		деталей коаксиальным лазерным плавлением.					
	Пр.	3.1. Изучение ватт-амперной характеристики полупроводниковых лазеров.	4	2	-	-	Отчет в электронном виде
	Ср.	3.1. Изучение ватт-амперной характеристики полупроводниковых лазеров.	4	8			Вопросы к экзамену
	Лаб.	3.1. Определение диаграммы направленности отраженного от объекта лазерного излучения	4	2			Отчет в электронном виде
	Ср.	3.1. Определение диаграммы направленности отраженного от объекта лазерного излучения	4	8			Вопросы к экзамену
	Лек.	3.2. Формирование структуры и свойств материалов деталей в процессе выращивания лазерным переплавом металлических порошков.	4	2	-	-	Вопросы к экзамену
	Ср.	3.2. Формирование структуры и свойств материалов деталей в процессе выращивания лазерным переплавом металлических порошков.	4	8	-	-	Вопросы к экзамену
	Пр.	3.2. Изучение лидара	4	2			Отчет в электронном виде
	Ср.	3.2. Изучение лидара	4	8			Вопросы к экзамену
	Лаб.	3.2. Определение освещенности объекта лазерным излучением.	4	2	-	-	Отчет в электронном виде

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Ср.	3.2. Определение освещенности объекта лазерным излучением.	4	8			Вопросы к экзамену
	ПА		4	0,35			
	Контроль		4	35,65			
<b>Итого:</b>				<b>216</b>			



## **5. Образовательные технологии**

В процессе изучения дисциплины используется технология традиционного обучения (лекции, практические работы, самостоятельная работа студента).

Ведущей деятельностью в процессе обучения является учебная деятельность студентов, характеризующаяся действующей системой познавательных процессов, начиная с восприятия информации и заканчивая сложнейшими творческими процессами, способностями общего и частного характера, эмоциональными явлениями, которые мотивируют многие системы учебных действий, а также общими и частными мотивациями.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

К особенностям обучения дисциплине можно отнести постоянное взаимодействие между студентами и преподавателями, а также максимальную приближенность материала к профессиональной деятельности, что выражается в моделировании профессиональных ситуаций.

Подготовка к занятиям заключается в работе с конспектом лекций по данной теме, в изучении соответствующего раздела учебника или учебно-методического пособия, в просмотре дополнительной литературы. Практические и лабораторные работы выполняются в аудитории. Отчет по выполненной работе подготавливается и заполняется студентом самостоятельно.

Используются интерактивные технологии, информационные технологии и технологии развития критического мышления. В процессе практических и лабораторных занятий применяется проектор, материал занятий оформлен в виде презентаций, благодаря чему эффективно осуществляется процесс передачи и усвоения информации. На занятиях максимально активизируется самостоятельная работа студентов. Обучающимся необходимо выполнить индивидуальные задания, развивающие навыки будущей профессиональной деятельности. Предлагается найти решение с помощью информационных технологий. Задания, предусмотренные в курсе, выполняются на компьютерах при помощи MS Office или других средств поддержки инженерных расчетов. Студенты проверяют, анализируют, развивают, применяют полученную или найденную информацию, получая профессиональные умения и навыки.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
4	ПК-5	Практические работы №№ 1-2 Лабораторные работы №№ 1-2 Вопросы к экзамену № 1-15
4	ПК-5	Практические работы №№ 3-4 Лабораторные работы №№ 3-4 Вопросы к экзамену № 16-30
4	ПК-5	Практические работы №№ 5-6 Лабораторные работы №№ 5-6 Вопросы к экзамену № 31-50

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Комплект практических работ (наименование оценочного средства)

##### **Практическая работа №1**

Измерение расходимости лазерного луча.

##### **Практическая работа №2**

Изучение диаграммы направленности полупроводниковых светоизлучателей.

##### **Практическая работа №3**

Монохроматичность лазерного излучения.

##### **Практическая работа №4**

Лазерная линия передачи энергии.

##### **Практическая работа №5**

Изучение ватт-амперной характеристики полупроводниковых лазеров.

##### **Практическая работа №6**

Изучение лидара.

#### 7.2.1. Комплект лабораторных работ (наименование оценочного средства)

##### **Лабораторная работа №1**

Когерентность лазерного излучения.

##### **Лабораторная работа №2**

Поляризация лазерного излучения.

### **Лабораторная работа №3**

Лазерные линии связи.

### **Лабораторная работа №4**

Изучение яркости лазерного излучения.

### **Лабораторная работа №5**

Определение диаграммы направленности отраженного от объекта лазерного излучения.

### **Лабораторная работа №6**

Определение освещенности объекта лазерным излучением.

## **7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

### **7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации**

Семестр 4

<b>№ п/п</b>	<b>Вопросы к экзамену</b>
1	Какая существует классификация современных аддитивных технологий?
2	Какие существуют особенности технологии лазерной стереолитографии
3	Какие физико-химические процессы синтеза полимерных объектов методом лазерной стереолитографии в аддитивных технологиях
4	Каков состав и принципы работы лазерных стереолитографических установок в аддитивных технологиях
5	Каким образом происходит создание компьютерной модели будущего изделия и ее программная подготовка к процессу выращивания
6	Какая лазерная обработка материалов используется в аддитивных технологиях: взаимосвязь между режимами обработки материалов и параметрами лазеров?
7	Какие промышленные лазерные стереолитографические установки используются в аддитивных технологиях?
8	Какое применение деталей, полученных лазерной стереолитографией используется в аддитивных технологиях
9	Как происходит селективное лазерное спекание и сплавление металлических порошков в аддитивных технологиях?
10	Какие металлические порошки используются для аддитивных процессов?
11	Какие особенности процесса селективного лазерного выращивания деталей из металлического порошка существуют в аддитивных технологиях?
12	Какие механические свойства и структуру материалов, полученных селективным лазерным плавлением используют в аддитивных технологиях?
13	Какие технологические особенности процесса селективного лазерного плавления в аддитивных технологиях?
14	Какое оборудование для осуществления процесса селективного лазерного плавления металлических порошков в аддитивных технологиях?
15	Какие промышленные установки для выращивания деталей методом селективного лазерного плавления используются в аддитивных технологиях?
16	Каково применение технологий селективного лазерного плавления и спекания в аддитивных технологиях

<b>№ п/п</b>	<b>Вопросы к экзамену</b>
17	Каково прямое осаждение порошкового материала с использованием лазерной энергии в аддитивных технологиях?
18	Какие особенности процесса коаксиального лазерного плавления в аддитивных технологиях?
19	Как осуществляется формирование валиков при боковой подаче порошка?
20	Как осуществляется формирование валиков при коаксиальном лазерном плавлении?
21	Какие элементы установок для коаксиального лазерного плавления используются в аддитивных технологиях?
22	Какие технологические особенности процесса коаксиального лазерного плавления?
23	Какое оборудование для изготовления деталей методом коаксиального лазерного плавления используется в аддитивных технологиях?
24	Какое программное обеспечение установок для коаксиального лазерного плавления используется в аддитивных технологиях?
25	Какие особенности проектирования технологии коаксиального лазерного плавления и ее применение для изготовления машиностроительных деталей?
26	Как производится лазерная полировка деталей, изготовленных методом коаксиального лазерного плавления?
27	Как происходит моделирование аддитивного технологического процесса выращивания деталей коаксиальным лазерным плавлением?
28	Какие общие подходы к математическому моделированию существуют в аддитивных технологиях?
29	Какие методы численного решения и граничные условия применяются в аддитивных технологиях?
30	Какой расчет отдельных элементов разбиения и моделирование многофазных потоков проводится в аддитивных технологиях?
31	Какой пакет компьютерных программ для проведения расчетов и алгоритм решения используется в аддитивных технологиях?
32	Какие допущения расчетной модели аддитивного технологического процесса выращивания деталей коаксиальным лазерным плавлением применяются в аддитивных технологиях?
33	Какие основные физические уравнения, используемые в расчете, применяют в аддитивных технологиях?
34	Какие примеры анализа результатов расчета, полученных при моделировании аддитивного технологического процесса выращивания деталей коаксиальным лазерным плавлением можно привести для аддитивных технологий?
35	Как осуществляется формирование структуры и свойств материалов деталей в процессе выращивания лазерным переплавом металлических порошков
36	Какая структура металла формообразующих валиков при переплаве порошков различных составов применяется в аддитивных технологиях?
37	Какие свойства металла, полученного лазерным переплавом порошка важны в аддитивных технологиях?
38	Каким образом происходит трещинообразование в процессе формирования деталей лазерным переплавом порошков?
39	Какая классификация кристаллизационных трещин применяется в аддитивных технологиях?
40	Как возникают кристаллизационные трещины, образующиеся при переплаве порошков?
41	Как возникают подсолидные трещины, образующиеся при выращивании деталей переплавом порошков?

<b>№ п/п</b>	<b>Вопросы к экзамену</b>
42	Как образуются трещины повторного нагрева?
43	Как образуются холодные трещины?
44	Какие промышленные лазерные стереолитографические установки используются в аддитивных технологиях?
45	Какие металлические порошки используются для аддитивных процессов?
46	Какое оборудование для осуществления процесса селективного лазерного плавления металлических порошков применяют в аддитивных технологиях?
47	Какая существует классификация современных аддитивных технологий?
48	Какие элементы установок для коаксиального лазерного плавления используют в аддитивных технологиях?
49	Какое оборудование для изготовления деталей методом коаксиального лазерного плавления используют в аддитивных технологиях?
50	Как создается компьютерная модель будущего изделия и проводится ее программная подготовка к процессу выращивания?

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
4	Экзамен (устно)	«отлично»	исчерпывающие ответы на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы
		«хорошо»	правильные ответы на вопросы билета с незначительными недочетами
		«удовлетворительно»	правильные ответы на вопросы билета с существенными недочетами
		«неудовлетворительно»	неправильные ответы на вопросы экзаменационного билета

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Н. Н. Евтихий [и др.]	Лазерные технологии	Учебное пособие	2020	ЭБС "ZNANIUM.COM" <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=372627">https://znanium.com/catalog/document?id=372627</a>
2	А. Г. Григорьянц, Л. Н. [и др.]	Лазерные аддитивные технологии в машиностроении	Учебное пособие	2018	ЭБС "ZNANIUM.COM" <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=424515">https://znanium.com/catalog/document?id=424515</a>
3	В. С. Антипенко [и др.]	Лазеры и их применение	Учебное пособие	2020	ЭБС "ZNANIUM.COM" <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=415509">https://znanium.com/catalog/document?id=415509</a>

## 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	А. Г. Григорьянц [и др.]	Технологические процессы лазерной обработки	Учебное пособие	2006	ЭБС "ZNANIUM.COM" <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=424026">https://znanium.com/catalog/document?id=424026</a>
2	А.В. Богданов [и др.]	Теоретические основы лазерной обработки	Учебное пособие	2006	ЭБС "ZNANIUM.COM" <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=430748">https://znanium.com/catalog/document?id=430748</a>



### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Google Scholar – поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций. Ищет статьи, в том числе и на русском языке. Что не маловажно, рассчитывает индекс цитирования публикаций и позволяет находить статьи, содержащие ссылки на те, что уже найдены.

2. Российская государственная библиотека (РГБ), г. Москва – <http://www.rsl.ru>.

3. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" создана по заказу Федерального агентства по образованию в 2005-2006 гг. На данный период в ЭБ уже собрано более 11 тыс. учебных материалов различных вузов России. В ЭК – более 30 тыс. описаний, а так же есть "Глоссарий" и раздел "Система новостей" по названной тематике. Это уникальный образовательный проект в русскоязычном Интернете. Полный доступ ко всем ресурсам, включая полнотекстовые материалы библиотеки, предоставляется всем пользователям в свободном режиме – <http://window.edu.ru>.

4. Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания – <http://www.edulib.ru>

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Standard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно

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

№ п/п	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Е-306)	Переносной проектор, экран, компьютерные столы, стол преподавательский, стулья, доска аудиторная, столы ученические двухместные, ПК
2	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Е-309)	Стол преподавательский, столы ученические двухместные (моноблок) , стулья, доска аудиторная (меловая), кафедра, проектор, экран, процессор, шкафы
3	Помещение для самостоятельной работы студентов (Г-401)	Стол, стулья, компьютеры
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-508)	Доска аудиторная (меловая), столы ученические, стол преподавательский, стулья, стенды, шкафы.