

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт *Политехнический*
Кафедра «Электро- и нанотехнологии»

Утверждено на заседании кафедры
«Электро- и нанотехнологий»
«11» января 2023 г., протокол №4

И.о. заведующего кафедрой


И.В. Гнидина

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Физико-химические методы микро- и нанообработки»

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки (специальности)

15.03.01 Машиностроение

с направленностью (профилем)

**Машины и технология высокоэффективных процессов
обработки материалов**

Формы обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 150301-01-23

Тула 2023 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработчик:

Волгин В.М., профессор, докт.техн.наук, профессор
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)


_____ (подпись)

1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины "Физико-химические методы микро- и нанообработки" является приобретение студентами теоретических знаний, умений и практических навыков о основной группе методов микро- и нанообработки с применением высокоэнергетических процессов: лазерных, электроэрозионных, плазменных, электрохимических и др. на основе использования знаний дисциплин математического и естественнонаучного цикла и дисциплин профессионального цикла. освоения дисциплины «Введение в профессию» являются приобретение студентами первоначальных знаний о выбранной профессии, а также знакомство с приемами и методами создания конкурентно способной продукции машиностроения.

Задачами изучения дисциплины являются:

- ознакомление с общими характеристиками, закономерностями и тенденциями развития технологических методов физико-химических воздействий на материалы;
- изучение основных физических законов, заложенных в основу физико-химических воздействий на материалы, технологические методов получения современных изделий машиностроения;
- освоение специфики выбора диапазонов энергетических воздействий, методов для получения заданного качества изделий
- изучение основных схем осуществления технологических воздействий.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина (модуль) относится к части основной профессиональной образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина (модуль) изучается в 6 семестре.

3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) *и индикаторами их достижения*, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

- 1) последовательность действий при оценке технологичности конструкции деталей машиностроения средней сложности; критерии качественной и основные показатели количественной оценки технологичности конструкции деталей машиностроения средней сложности (код компетенции – ПК-1; код индикатора - ПК-1.1);
- 2) методы и средства планирования и организации исследований и разработок (код компетенции – ПК-8; код индикатора - ПК-8.1);

Уметь:

- 1) выявлять нетехнологичные элементы конструкций деталей машиностроения средней сложности; разрабатывать предложения по повышению технологичности конструкций деталей машиностроения средней сложности (код компетенции – ПК-1; код индикатора - ПК-1.2);
- 2) оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; применять методы анализа научно-технической информации (код компетенции – ПК-8; код индикатора - ПК-8.2);

Владеть:

- 1) навыками разработки технических заданий на проектирование средств автоматизации и механизации рабочих мест и производственных участков механообрабатывающего производства, проведения патентных исследований и определения показателей технического уровня проектируемых объектов техники и технологии, выявления технических и технологических проблем на производственных участках механообрабатывающего производства (код компетенции – ПК-1; код индикатора - ПК-1.3);
- 2) навыками сбора, обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и исследований в области машиностроения (код компетенции – ПК-8; код индикатора - ПК-8.3).

Полные наименования компетенций представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

4 Объем и содержание дисциплины (модуля)**4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
6	ЗЧ	3	108	32	-	32	-	0	0,1	43,9
Итого	-	3	108	32	-	32	-	0	0,1	43,9

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

4.2 Содержание лекционных занятий**Очная форма обучения**

№ п/п	Темы лекционных занятий
6 семестр	
1	Введение. Цель и основные задачи курса. Общая характеристика физико-химических методов микро- и нанобработки материалов. Основные понятия. Общие рекомендации по самостоятельному изучению отдельных разделов курса.

№ п/п	Темы лекционных занятий
2	Систематизация физико-химических методов микро- и нанообработки. Основные группы методов. Методы микрообработки со снятием материала (субтрактивные методы обработки). Аддитивные методы микрообработки. Нанесение микро- и нанопокровов. Технологические методы микро- и нанообработки без изменения объема деталей. Термические и химико-термические методы обработки. Методы имплантации с образованием микро- и нанослоев.
3	Механические методы микрообработки. Микрообработка резанием. Общая характеристика. Режущий клин. Основные плоскости и режущие кромки. Геометрические параметры резцов. Основные углы. Углы в статике и динамике. Физические основы микрорезания материалов. Зона пластического деформирования. Виды стружек. Факторы, определяющие параметры стружек. Теоретические основы разрушения при микрорезании. Дислокационная теория разрушения. Разрушение по А. Коттреллу. Элементы режима резания и срезаемый слой. Толщина, ширина и площадь поперечного сечения срезаемого слоя. Силы при резании. Тепловые явления при микрорезании. Износ инструментов. Стойкость инструментов. Общая характеристика основных технологических схем микрообработки резанием.
4	Микроэлектроэрозионная обработка. Общая характеристика процессов, протекающих в электроэрозионной ячейке. Особенности эрозионных процессов на электродах. Термомеханические процессы на поверхностях электродов. Процессы в межэлектродном промежутке. Вид разряда. Зарождение зоны пробоя промежутка. Газо- и гидродинамические процессы в межэлектродном промежутке. Эрозия материалов в зависимости от теплофизических свойств материалов. Основные технологические схемы электроэрозионной обработки. Копировальные схемы микрообработки. Микроформообразование проволочным электродом.
5	Микроэлектрохимическая обработка. Особенности анодного растворения при использовании микропараметров. Ионное травление. Электродные процессы. Окислительные и восстановительные процессы. Явление поляризации. Потенциал электрода. Поляризационные зависимости. Диффузионное перенапряжение. Концентрационное перенапряжение. Гидродинамические процессы при микроэлектрохимической обработке. Тепловые процессы при микроэлектрохимической обработке. Влияние вида материала на процесс анодного растворения. Выход по току. Основные технологические схемы микро- и наноэлектрохимической обработки.
6	Микролазерная обработка. Особенности разрушения материала при использовании нано- и фемтосекундных импульсов. Тепловое поле при лазерной обработке с использованием наноимпульсов. Варианты тепловых задач. Лазерное микро- и наноформообразование. Схемы обработки.
7	Ультразвуковое воздействие на материалы
8	Вакуумные методы воздействий. Имплантация. Основы теории процессов нанесения микро- и нанопокровов в вакууме.
9	Комбинированные методы микрообработки. Принципы комбинирования. Нано- и микросборка. Электрохимическое шлифование и хонингование. Электроэрозионно-механические методы. Методы нано- и микросборки.

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.4 Содержание лабораторных работ

№ п/п	Наименования лабораторных работ
6 семестр	
1	Исследование характеристик наномодифицированных слоев, полученных методом ионной имплантации
2	Исследование характеристик наномодифицированных слоев, полученных методом конденсации вещества в вакууме с ионной бомбардировкой
3	Изучение технологии создания микро- и нано- изделий электрохимическими методами
4	Электроэрозионный синтез наноматериалов
5	Изучение свойств поверхности после ЭФХО
6	Деформации в зоне резания
7	Исследование шероховатости поверхности после ЭФХО
8	Анализ изображений поверхности после электроэрозионной обработки со сканирующего зондового микроскопа в программе «Scan viever»

4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
6 семестр	
1	Самостоятельное изучение дополнительного материала по темам: Механические методы микрообработки Ультразвуковое воздействие на материалы Комбинированные методы микрообработки
2	Подготовка к лабораторным работам
3	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Очная форма обучения

6 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Выполнение лабораторной работы №1	3
		Выполнение лабораторной работы №2	3
		Выполнение лабораторной работы №3	3
		Выполнение лабораторной работы №4	3
		Тестирование	13
		Итого	30

	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Выполнение лабораторной работы №5	3
		Выполнение лабораторной работы №6	3
		Выполнение лабораторной работы №7	3
		Выполнение лабораторной работы №8	3
		Тестирование	13
	Итого	30	
Промежуточная аттестация	Зачет		40 (100*)

* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Стобалльная система оценивания				
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется:

– для проведения лекционных занятий по дисциплине (модулю) требуется учебная аудитория, оборудованная доской для написания мелом, а также ноутбуком, видеопроектором, настенным экраном;

– для проведения лабораторных работ требуются лаборатория вакуумных методов обработки, лаборатория измерительных систем, лаборатория наноприборов, лаборатория электрохимии.

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Высокие технологии в машиностроении [Электронный ресурс]: учебное пособие. В 2-х ч. Высокие технологии в машиностроении : учеб. пособие : в 2 ч. Ч. 1/ В. В. Любимов [и др.] ; ТулГУ . – Тула : Изд-во ТулГУ, – 2011 . – 147 с. : ил .- Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/2014100809140455669400002094>, по паролю

2. Высокие технологии в машиностроении : учеб. пособие : в 2 ч. Ч.2/ В. В. Любимов [и др.] ; ТулГУ . – Тула : Изд-во ТулГУ, –2011 . – 140 с. : ил . - Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/2014100809283829566300005982>, по паролю

7.2 Дополнительная литература

1. Пул Ч., мл. Нанотехнологии : учеб.пособие / Ч.Пул - мл.,Ф.Оуэнс;пер.сангл.подред.Ю.В.Головина;доп.В.В.Лучина .— 2-е изд.,доп. — М. : Техносфера, 2006 .— 336с. : ил

2. Технология конструкционных материалов (Технологические процессы в машиностроении): учебник для вузов: в 4 ч. Ч. 4: Обработка заготовок / под общ. ред. Э.М. Соколова, С.А. Васина, Г.Г. Дубенского/ В.Д. Артамонов [и др.] . – Тула: Изд-во ТулГУ, 2007. – 597с.: ил.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1.Электронный читальный зал “БИБЛИОТЕХ” : учебники авторов ТулГУ по всем дисциплинам.- Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru/>, по паролю.- Загл. с экрана

2.ЭБС IPRBooks универсальная базовая коллекция изданий.-Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>, по паролю.- .- Загл. с экрана

3.Научная Электронная Библиотека eLibrary – библиотека электронной периодики, режим доступа: <http://elibrary.ru/> , по паролю.- Загл. с экрана.

4.НЭБ КиберЛенинка научная электронная библиотека открытого доступа, режим доступа <http://cyberleninka.ru/> ,свободный.- Загл. с экрана.

5.Единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <http://window.edu.ru.> - Загл. с экрана.

9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Текстовый редактор Microsoft Word;
2. Программа для работы с электронными таблицами Microsoft Excel;
3. Программа подготовки презентаций Microsoft PowerPoint.
4. Пакет офисных приложений «МойОфис».

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Компьютерная справочная правовая система Консультант Плюс.