

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)**  
*«Технологии и методы механической и физико-технической обработки  
композиционных и функциональных материалов»*

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

по направлению подготовки  
**15.04.01 Машиностроение**

с направленностью (профилем)  
**Машины и технология композиционных и функциональных материалов**  
Формы обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 150401-05-23

Тула 2023 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**рабочей программы дисциплины (модуля)**

**Разработчик:**

Гнидина И.В., доцент, канд.техн.наук, доцент  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

## **1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)**

**Целью** изучения дисциплины «Технологии и методы механической и физико-технической обработки композиционных и функциональных материалов» является расширение и углубление студентами теоретических знаний, умений и практических навыков в области обработки с применением высокоэнергетических процессов: лазерных, электроэрозионных, плазменных, электрохимических и др.

**Задачами** освоения дисциплины являются:

- ознакомление с особенностями технологических методов и схем механической и физико-технической обработки;
- анализ и изучение тенденций развития обработки методами механической и физико-технической обработки;
- освоение методов получения современных изделий машиностроения из различных материалов, в том числе композиционных.

## **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 во 2 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) типовые технологические процессы и правила выбора технологического процесса – аналога изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.1);
- 2) специфику технологических процессов ЭХМО, факторы, влияющие на процесс ЭХФМО, методику и специфику расчетов технологических режимов для обработки заготовок с применением ЭХФМО (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.1);
- 3) модели, характеризующие связь между эксплуатационными, технологическими и инженерными свойствами и параметрами состава и структуры материала (код компетенции – ПК-3, код индикатора – ПК-3.1);
- 4) технологии контактного формования, формования с эластичной матрицей, формования давлением и прессованием, намоткой, пултрузией полимерных композиционных материалов; жидкофазные, твердофазные и газофазные методы изготовления изделий из металлических композиционных материалов (код компетенции – ПК-4, код индикатора – ПК-4.1).

### **Уметь:**

- 1) выявлять основные технологические задачи, решаемые при разработке технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства (код компетенции – ПК-1; код индикатора – ПК-1.2);
- 2) выбирать методы обработки и оборудование при разработке технологических процессов изготовления сложных изделий машиностроения с применением ЭХФМО, рассчитывать технологические режимы обработки сложных изделий машиностроения с применением ЭХМО, используя САРР-системы. использовать САД-системы технологических процессов для сложных изделий машиностроения (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.2);

3) разрабатывать рекомендации по изменению состава, структуры, режимов и способов обработки материалов (код компетенции – ПК-3 индикатора – ПК-3.2);

4) выбирать параметры технологических процессов формообразования сложного изделия из композиционных материалов; уточнять параметры разрабатываемых технологических режимов по результатам работ по внедрению новых конструкций сложных изделий и технологических процессов композиционных материалов (код компетенции – ПК-4, код индикатора – ПК-4.2).

#### **Владеть:**

1) навыками разработки технологических операций и оформления технологической документации на технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.3);

2) навыками назначения режимов ЭХФМО для сложных изделий машиностроения и разработки технологических переходов изготовления сложных изделий с использованием ЭХФМО (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.3);

3) навыками разработки рекомендаций по применению новых материалов в технологическом процессе и формирования технического задания на их апробацию (код компетенции – ПК-3, код индикатора – ПК-3.3);

4) навыками выбора технологических процессов формообразования сложного изделия из композиционного материала; технологических режимов изготовления составных частей композиционного материала для сложного изделия (код компетенции – ПК-4, код индикатора – ПК-4.3).

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения 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										
2	КП,Э	5	180	12	12	12	-	4,5	0,5	139
Итого	–	5	180	12	12	12	-	4,5	0,5	139

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
<b>2 семестр</b>	
1	Процессы механической и физико-технической обработки материалов. Обзор современного состояния
2	Технологии и методы электроэрозионной обработки (ЭЭО). Основы электроэрозионного формообразования. Технологические схемы электроэрозионной обработки. Технологические показатели электроэрозионной обработки. Производительность электроэрозионной обработки. Точность электроэрозионной обработки. Качество поверхности при электроэрозионной обработке: Шероховатость поверхности при ЭЭО; Поверхностный слой при ЭЭО. Режимы электроэрозионной обработки. Рабочие жидкости, применяемые при ЭЭО. Электроды-инструменты для электроэрозионной обработки.
3	Технология и методы электрохимической обработки. Основы анодного и катодного электрохимического формообразования. Механизм съема металла при электрохимической обработке. Характеристика основных физико-химических процессов электрохимического формообразования. Электролитные среды. Технологические показатели метода электрохимической обработки. Основные технологические схемы электрохимической обработки. Основы проектирования операций ЭХО и режимы электрохимической обработки. Электроды-инструменты для электрохимической обработки
4	Технологии методы лазерной обработки материалов. Общие сведения о лазерных технологиях. Современное применение лазерных технологи. Физические процессы, лежащие в основе лазерной обработки. Основные технологические операции лазерной обработки. Технологические показатели лазерной обработки. Режимы лазерной обработки. Технологическое оснащение операций лазерной обработки. Технологическая оснастка для операций лазерной обработки.
5	Технологии и методы высокоэнергетической обработки. Электронно-лучевая обработка материалов. Технология микродугового оксидирования. Технологии вакуумного осаждения. Физическое осаждение из паровой фазы. Технологии химического осаждения из паровой фазы
6	Методы получения и особенности обработки композиционных и функциональных материалов

### 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

#### Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<b>2 семестр</b>	
1	Поиск и анализ информации по теме «Электроэрозионная микрообработка. Электроды-инструменты для электроэрозионной микрообработки и методы их изготовления»
2	Поиск и анализ информации по теме «Современные тенденции развития электрохимической обработки: ЭХО непрофилированными электродами-инструментами; ЭХО с использованием масок; электрохимическая микрообработка»
3	Поиск и анализ информации по теме «Использование фемтосекундных и наносекундных лазеров для микрообработки»
4	Поиск и анализ информации по теме «Гибридные (комбинированные) методы электрофизикохимической обработки»

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
5	Поиск и анализ информации по теме «Обработка нетвердотельными электродами-инструментами: современное состояние вопроса; основы генерации плазменных ЭИ; ЭЭО и ЭХО плазменными ЭИ»
6	Поиск и анализ информации по теме «Лазерная обработка и микрообработка оптически прозрачных материалов и неметаллических материалов»
7	Поиск и анализ информации по теме «Методы получения дисперсно-наполненных термореактивных композиционных материалов»
8	Поиск и анализ информации по теме «Применение методов физико-технической обработки для получения наполнителей для композиционных материалов»

#### 4.4 Содержание лабораторных работ

##### Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
<b>2 семестр</b>	
1	Технологические возможности электролитического осаждения металлов и сплавов
2	Исследование технологии лазерной обработки композиционных материалов
3	Исследование свойств поверхности композиционных материалов после обработки с помощью сканирующего зондового микроскопа

#### 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
<b>2 семестр</b>	
1	Самостоятельное изучение темы: Классификация современных композиционных и функциональных материалов, области их применения
2	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
3	Подготовка к лабораторным работам
4	Выполнение курсового проекта
5	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

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
<b>2 семестр</b>			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		Работа на практических занятиях	6
		Выполнение лабораторной работы №1	5

<b>Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося</b>			<b>Максимальное количество баллов</b>
	контроль	Выполнение лабораторной работы №2	5
		Контрольные мероприятия (тесты)	14
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Работа на практических занятиях	6
		Выполнение лабораторной работы №3	5
		Контрольные мероприятия (тесты)	19
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен		40 (100*)
	Защита курсового проекта		100

\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

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

<b>Система оценивания результатов обучения</b>	<b>Оценки</b>			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
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 стандартная аудитория, вмещающая не менее 5 студентов, оснащенная переносным видеопроектором, переносным экраном, компьютерный класс (для проведения практических занятий). Рабочее место преподавателя должно быть оснащено ноутбуком.

Лаборатории, необходимые для проведения лабораторных работ: лаборатория электроэрозионной обработки, оснащенная специализированным оборудованием: электроэрозионный проволочно-вырезной станок – 1 шт, дистиллятор – 1 шт.; лаборатория измерительных систем и наноприборов, оснащенная специализированным оборудованием: профилограф–профилометр Kosaka Lab. Surfcorder SE 1700α-39 – 1 шт., микроскоп зондовый сканирующий Solver P 47 – 1 шт., ванна ультразвуковая 9.5л «Сапфир» – 1 шт., ультразвуковая мойка – 2 шт., весы лабораторные электронные CE 224-С – 1 шт., весы лабораторные электронные CE-2202-С – 2 шт. измерительный прибор «NanoEducator» – 3 шт.; лаборатория вакуумных и лазерных методов обработки, оснащенная специализированным оборудованием: импульсный Nd: YAG лазер – 1 шт., лазер фемтосекундный EFO-80– 1 шт. гравировальная лазерная установка SUN-40F– 1 шт.

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

#### **7.1 Основная литература**

1. Волков, Ю. С. Электрофизические и электрохимические процессы обработки материалов : учебное пособие / Ю. С. Волков. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 396 с. — ISBN 978-5-8114-2174-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168930> (дата обращения: 21.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Архипова, Н. А. Специальные методы обработки поверхностей. Технологии и оборудование : учебное пособие / Н. А. Архипова, Т. А. Блинова. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. — 270 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/92294.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие для вузов / Н. В. Голубева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-8721-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179611>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 7.2 Дополнительная литература

1. Иванов, Н. Б. Нанотехнологии материалов и покрытий : учебное пособие / Н. Б. Иванов, Н. А. Покалюхин ; под редакцией Д. С. Аношкиной. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2019. — 236 с. — ISBN 978-5-7882-2538-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/100567.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Высокие технологии в машиностроении : учебное пособие : в 2 частях. Часть 1 / В. В. Любимов [и др.] ; ТулГУ. — Тула : Изд-во ТулГУ, 2011. — с. : ил. — ISBN 978-5-7679-2076-1. Ч. 1. 2011. 147 с. : ил. — ISBN 978-5-7679-2076-1. — [Электронный текст см. по URL: http://tsutula.bookonlime.ru/Reader/Book/2014100809140455669400002094](http://tsutula.bookonlime.ru/Reader/Book/2014100809140455669400002094)

3. Высокие технологии в машиностроении : учебное пособие : в 2 частях. Часть 1 / В. В. Любимов [и др.] ; ТулГУ. — Тула : Изд-во ТулГУ, 2011. — с. : ил. — ISBN 978-5-7679-2076-1. Ч. 1. 2011. 147 с. : ил. — ISBN 978-5-7679-2076-1. — [Электронный текст см. по URL: http://tsutula.bookonlime.ru/Reader/Book/2014100809283829566300005982](http://tsutula.bookonlime.ru/Reader/Book/2014100809283829566300005982)

4. Технологические процессы механической и физико-химической обработки в авиадвигателестроении : учебное пособие / В. Ф. Безъязычный, М. Л. Кузменко, В. Н. Крылов, А. В. Лобанов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Машиностроение, 2007. — 539 с. — ISBN 5-217-03366-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/798> (дата обращения: 21.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Композиционные материалы : справочник / В. В. Васильев [и др.] ; под общ. ред. В. В. Васильева, Ю. М. Тарновского ; редкол. Н. А. Алфутов [и др.] . — Москва : Машиностроение, 1990. — 512 с. : ил. — ISBN 5-217-01113-0

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

1. ЭБС "Book On Lime". — Интернет-ссылка для доступа к ЭБС : <https://tsutula.bookonlime.ru>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. ЭБС "Лань". — Интернет-ссылка для доступа к ЭБС : <https://e.lanbook.com>, по паролю

3. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. — Интернет-ссылка для доступа : <http://www.iprbookshop.ru/>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. ЭБС "Book.ru": электронная библиотека издательства "Кнорус". — Интернет-ссылка для доступа к ЭБС: <https://book.ru/>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Образовательная платформа «Юрайт» : электронная библиотека для вузов и ссузов. — интернет-ссылка для доступа к ЭБС: <https://urait.ru/>, по паролю



6. Политематическая база данных "East View". — Интернет-ссылка для доступа к ЭБС: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## **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. Autodesk Education Master Suite 2010
2. COMSOL Multiphysics
3. Inkscape
4. Solid Works Education Edition 2015-2016
5. Scilab.
6. Adobe Reader
7. Пакет офисных приложений «МойОфис Профессиональный»
8. КОМПАС-3D v15
9. Mathcad Education - University Edition (100 pack)

### **9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем** ЭБС-БД «Консультант Плюс»