

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)**  
*«Специальные и упрочняющие технологии обработки поверхностей»*

**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 «Специальные и упрочняющие технологии» являются освоение обучающимися методов разработки и научно-обоснованного применения специальных технологий для повышения надежности и долговечности деталей, а также придания изделиям специфических эксплуатационных свойств: фрикционных, антифрикционных, оптических, декоративных и др.

**Задачами** изучения дисциплины является формирование у обучающихся:

- системного представления о возможностях технологических методов повышения надежности и долговечности деталей, придания им специфических свойств путем изучения их физической сущности;
- навыков целенаправленного применения технологических методов повышения надежности и долговечности деталей при разработке технологических процессов изготовления машиностроительных изделий.

## **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 3 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) 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, индикатор компетенции – ПК-2.1);

2) модели, характеризующие связь между эксплуатационными, технологическими и инженерными свойствами и параметрами состава и структуры материала (код компетенции – ПК-3, индикатор компетенции – ПК-3.1);

3) охранные документы (патенты, заявки), методы определения патентной чистоты объекта техники, правовые основы охраны объектов исследования (код компетенции – ПК-5, индикатор компетенции – ПК-5.1);

4) методы и средства планирования и организации исследований и разработок (код компетенции – ПК-6, индикатор компетенции – ПК-6.1).

### **Уметь:**

1) 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, индикатор компетенции – ПК-2.2);

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

3) оценивать патентоспособность вновь созданных технических и конструкторских решений (код компетенции – ПК-5, индикатор компетенции – ПК-5.2);

4) собирать, изучать и обобщать научно-техническую информацию по теме исследований и разработок (код компетенции – ПК-6, индикатор компетенции – ПК-6.2).

#### **Владеть:**

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

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

3) навыками поиска и отбора патентной и другой документации и оформления отчета о поиске (код компетенции – ПК-5, индикатор компетенции – ПК-5.3);

4) навыками проведения анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений (код компетенции – ПК-6, индикатор компетенции – ПК-6.2).

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										
3	КР, Э	6	216	12	12	12	-	3	0,5	176,5
Итого	–	6	216	12	12	12	-	3	0,5	176,5

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
3 семестр	

№ п/п	Темы лекционных занятий
1	Введение. Повышение надежности и долговечности изделий - актуальная задача в развитии технологии машиностроения. Причины выхода из строя машин: износ, долговечность, коррозия. Строение поверхностного слоя детали. Эксплуатационные свойства изделия. Характеристика поверхностного слоя деталей. Геометрические характеристики: отклонения формы, волнистость, шероховатость, субмикрощероховатость. Физико-механические и химические характеристики: микроструктура, микротвердость, поверхностные напряжения, химический состав.
2	Влияние характеристик поверхности на эксплуатационные качества деталей. Влияние характеристик поверхности на износ. Влияние характеристик поверхности на долговечность и коррозию.
3	Повышение эксплуатационных качеств поверхностного слоя детали технологическими методами. Классификация методов: изменение физико-механических и химических свойств поверхностного слоя пластическим поверхностным деформированием (ППД), модифицированием, нанесением покрытий, объемным воздействием.
4	Повышение эксплуатационных качеств изделий методами ППД. Статические методы ППД. Обкатывание и раскатывание. Выглаживание, виброобработка. Динамические методы ППД. Дробеструйная и центробежно-шариковая обработка, ударное раскатывание. Ультразвуковая обработка.
5	Модифицирование поверхностного слоя. Упрочнение поверхностной закалкой. Химико-термическая обработка (ХТО). Цементация, азотирование, цианирование, диффузионное хромирование. Воздействие на поверхностный слой локальными концентрированными потоками энергии. Лазерное упрочнение. Электроэрозионное упрочнение.
6	Нанесение покрытий. Классификация методов нанесения покрытий. Лакокрасочные покрытия (ЛКП). Назначение. Процессы подготовки поверхности под ЛКП. Технологические процессы ЛКП. Гальванические и химические покрытия. Газотермические покрытия. Плазменное напыление. Вакуумно-конденсационное напыление (ВКН). Основные схемы. Определение системы покрытия. Подготовка исходных поверхностей под ВКН. Плазменно-электролитические покрытия.

### 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

#### Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<b>3 семестр</b>	
1	Анализ влияния деформирования и температурных воздействий на механические свойства металлов и сплавов.
2	Проектирование операции деформирующего протягивания.
3	Моделирование процесса алмазного электрохимического шлифования.
4	Изучение механизма плазменно-электролитического осаждения.
5	Моделирование процесса нанесения покрытий вакуумно-конденсационным испарением.
6	Разработка техпроцессов создания регулярного микрорельефа ППД.

### 4.4 Содержание лабораторных работ

#### Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
<b>3 семестр</b>	

№ п/п	Наименования лабораторных работ
1	Изучение методов подготовки поверхности детали перед модифицированием поверхности
2	Исследование свойств и контроль качества поверхностного слоя после модифицирования различными методами
3	Исследование процессов повышения свойств поверхностного слоя различными методами

#### 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>3 семестр</b>	
1	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
2	Подготовка к лабораторным работам
3	Выполнение курсовой работы
4	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>3 семестр</b>			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		Работа на практических занятиях	12
		Выполнение лабораторной работы №1	5
		Выполнение лабораторной работы №2	5
		Контрольные мероприятия (тесты)	8
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Работа на практических занятиях	12
		Выполнение лабораторной работы №3	5
		Контрольные мероприятия (тесты)	13
	Итого		30
Промежуточная аттестация	Экзамен		40 (100*)
	Защита курсовой работы		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
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 измерительных систем и наноприборов, оснащенная специализированным оборудованием: профилограф–профилометр Kosaka Lab. Surfcomder 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-C – 1 шт., весы лабораторные электронные CE-2202-C – 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. Защитные покрытия : учебное пособие / М. Л. Лобанов, Н. И. Кардолина, Н. Г. Росина, А. С. Юровских ; под редакцией Ю. Г. Эйсмонт. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 200 с. — ISBN 978-5-7996-1101-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/69595.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Кулик, В. И. Функциональные стойкие покрытия : учебное пособие / В. И. Кулик, А. С. Нилов. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 151 с. — ISBN 978-5-906920-38-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121849> (дата обращения: 21.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Защитно-декоративные покрытия материалов : учебное пособие / А. Р. Мухтарова, Р. Р. Сафин, П. А. Кайнов, А. Е. Воронин. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. — 80 с. — ISBN 978-5-7882-2399-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/94974.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

4. 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.

## 7.2 Дополнительная литература

1. 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)
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/2014100809283829566300005982](http://tsutula.bookonlime.ru/Reader/Book/2014100809283829566300005982)
3. Бобров, Г. В. Нанесение неорганических покрытий. Теория, технология и оборудование : учебник для вузов / Г. В. Бобров, А. А. Ильин. — Москва : Интермет инжиниринг, 2004. — 624 с. : ил. — ISBN 5-89594-095-1.
4. Любимов, В. В. Формирование микро- и наноструктурированных функциональных поверхностей режущего инструмента : учебное пособие / В. В. Любимов, В. М. Волгин, И. В. Гнидина ; ТулГУ. — Тула, 2016. — 111 с. : ил. — ISBN 978-5-7679-3560-4. — [Электронный текст см. по URL: http://tsutula.bookonlime.ru/Reader/Book/2017100901202910084400002982](http://tsutula.bookonlime.ru/Reader/Book/2017100901202910084400002982)
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»