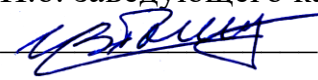


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Институт *Политехнический*  
Кафедра «Электро- и нанотехнологии»

Утверждено на заседании кафедры  
«Электро- и нанотехнологии»  
«29» апреля 2022 г., протокол №8

И.о. заведующего кафедрой  
 И.В. Гнидина

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
*«Технология производства технологической оснастки и инструмента  
для изготовления изделий из композиционных 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: 150401-03 -22

Тула 2022 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 «Технология производства технологической оснастки и инструмента для изготовления изделий из композиционных материалов» является приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков в области проектирования технологии механической и физико-технической обработки технологической оснастки и инструмента для изготовления композиционных материалов (КМ), в том числе с применением современных систем автоматизированного проектирования.

В задачи изучения дисциплины входят:

- ознакомление с принципами компьютерной технологической производства деталей с поверхностями сложной формы на базе современных CAD/CAM/CAE систем;
- изучение технологических возможностей методов механической и физико-технической обработки поверхностей технологической оснастки и инструмента;
- приобретение знаний, необходимых для проектирования технологических операций по обработке поверхностей сложной формы.

## **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) типовые технологические процессы и правила выбора технологического процесса – аналога изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства (код компетенции – ПК-1, индикатор компетенции – 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, индикатор компетенции – ПК-2.1);
- 3) методы проектирования электродов-инструментов и приспособлений, этапы проектирования, конструктивные особенности оборудования ЭФМО (код компетенции – ПК-9, индикатор компетенции – ПК-9.1);
- 4) основные принципы работы в современных CAD-системах и CAE-системах, современные CAD-системы, их функциональные возможности для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей (код компетенции – ПК-10, индикатор компетенции – ПК-10.1);
- 5) устройство, принцип действия, технические характеристики технологического оборудования и средств технологического оснащения для изготовления изделий из композиционных материалов (код компетенции – ПК-12, индикатор компетенции – ПК-12.1).

### **Уметь:**

- 1) выявлять основные технологические задачи, решаемые при разработке технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства (код компетенции – ПК-1, индикатор компетенции – 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, индикатор компетенции – ПК-2.2);

3) разрабатывать формообразующую часть электрода-инструмента сложной формы с учетом вида и способа обработки, используя САД-системы, а также несложные конструкции приспособлений для закрепления заготовки для производства изделий машиностроения сложной формы с применением ЭХФМО, используя САД-системы (код компетенции – ПК-9, индикатор компетенции – ПК-9.2);

4) использовать САД-системы для выявления конструктивных особенностей машиностроительных изделий средней сложности, влияющих на выбор метода получения исходной заготовки (код компетенции – ПК-10, индикатор компетенции – ПК-10.2);

5) применять методики выбора технологического оборудования и определять технологические возможности средств технологического оснащения, используемых при изготовлении сложных изделий из композиционных материалов, с использованием автоматизированной системы технологической подготовки производства (код компетенции – ПК-12, индикатор компетенции – ПК-12.2).

#### **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, индикатор компетенции – 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, индикатор компетенции – ПК-2.3);

3) навыками электронных моделей конструкций технологической оснастки для производства простых, средней сложности и сложных изделий машиностроения с применением ЭХФМО, проведения сложных технических (инженерных) расчетов для разработанной технологической оснастки для производства сложных изделий машиностроения с применением ЭХФМО (код компетенции – ПК-9, индикатор компетенции – ПК-9.3);

4) навыками выбора с применением САРР-систем технологических режимов технологических операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности (код компетенции – ПК-10, индикатор компетенции – ПК-10.3);

5) навыками выбора технологического оборудования и проектирования специальной технологической оснастки для изготовления композиционного материала для сложного изделия (код компетенции – ПК-12, индикатор компетенции – ПК-11.3).

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										
3	КП,Э	6	216	12	24	24	-	4,5	0,5	151
Итого	–	6	216	12	24	24	-	4,5	0,5	151

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>3 семестр</b>	
1	Введение. Цель и задачи курса. Основные понятия о классификации деталей со сложными поверхностями и методов их обработки. Автоматизация подготовки производства деталей сложной формы
2	Технология механической обработки формообразующих поверхностей на станках с ЧПУ. Классификация и технологические возможности станков с ЧПУ. Особенности проектирования операционных технологических процессов обработки деталей с поверхностями сложной формы на станках с ЧПУ. Типовые технологические решения обработки контуров и поверхностей, тел вращения, отверстий
3	Расчет управляющих программ для станков с ЧПУ. Системы координат детали, станка и инструмента и их связь. Элементы траектории инструмента. Автоматизация подготовки управляющих программ, возможности современных CAD/CAM систем. Формирование управляющих программ по трехмерным геометрическим моделям деталей с поверхностями сложной формы. Импорт информации из CAD систем в CAM системы, получение управляющих программ непосредственно на основе трехмерных геометрических моделей. Особенности автоматизированной подготовки управляющих программ для фрезерных и токарных станков
4	Технология электрохимической обработки поверхностей технологической оснастки и инструмента. Анодное электрохимическое формообразование поверхностей сложной формы. Классификация схем обработки - непрерывная, циклическая, импульсно-циклическая, с вибрацией электродов. Технологические возможности различных схем обработки. Основы проектирования технологических операций - расчет режимов обработки, проектирования рабочих поверхностей электродов-инструментов, выбор технологического оборудования и оснастки

№ п/п	Темы лекционных занятий
5	Катодное электрохимическое формообразование поверхностей сложной формы. Электролитическое формование и гальванопластика. Области применения электролитического формования. Технологическая схема и основные стадии процесса электролитического формования. Формы для электролитического формования. Общие требования к формам. Отделение форм от осадка. Подготовка поверхности форм перед осаждением. Основные требования, предъявляемые к качеству подготовки поверхности. Электролиты, используемые для электролитического формования. Физико-механические свойства и структура электроосажденных металлов и сплавов. Оборудование и технологическая оснастка для электролитического формования. Особенности скоростного гальванического осаждения металлов и сплавов
6	Технология электроэрозионной обработки поверхностей технологической оснастки и инструмента. Электроэрозионное формообразование поверхностей сложной формы. Обработка профилированным (копировально-прошивочные операции) и непрофилированным (проволочное вырезание) электродом. Технологические возможности различных схем обработки. Основы проектирования технологических операций - расчет режимов обработки, проектирования рабочих поверхностей электродов-инструментов, выбор технологического оборудования и оснастки.

#### 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

##### Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<b>3 семестр</b>	
1	Проектирование операции механической обработки элементов технологической оснастки и инструмента
2	Проектирование технологической операции электрохимической обработки элементов технологической оснастки и инструмента
3	Проектирование технологической операции электроэрозионного объемного копирования элементов технологической оснастки и инструмента
4	Проектирование технологической операции электроэрозионного проволочного вырезания элементов технологической оснастки и инструмента
5	Проектирование технологической операции лазерного упрочнения элементов технологической оснастки и инструмента
6	Проектирование технологической операции нанесения покрытия на элементы технологической оснастки и инструмента

#### 4.4 Содержание лабораторных работ

##### Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
<b>3 семестр</b>	
1	Технологические возможности электроэрозионной обработки по изготовлению элементов технологической оснастки и инструмента
2	Технологические возможности электрохимической обработки по изготовлению элементов технологической оснастки и инструмента
3	Технологические возможности лазерной обработки по изготовлению элементов технологической оснастки и инструмента
4	Технология нанесения электролитических покрытий на поверхности технологической оснастки и инструмента

№ п/п	Наименования лабораторных работ
5	Технология создания микрорельефов на поверхности технологической оснастки и инструмента
6	Исследование свойств поверхности технологической оснастки и инструмента после физико-технической 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>3 семестр</b>	
1	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
2	Подготовка к лабораторным работам
3	Выполнение курсового проекта
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	6
		Выполнение лабораторной работы №1	5
		Выполнение лабораторной работы №2	5
		Выполнение лабораторной работы №3	5
		Контрольные мероприятия (тесты)	9
		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 курсового проекта		100

\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

#### Шкала соответствия оценок в стобальной 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 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. Surfcomder SE 1700a-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. Перухин, Ю. В. Расчет и конструирование изделий из пластмасс и формующей оснастки. Экструзионный формующий инструмент : учебное пособие / Ю. В. Перухин, Т. Р. Дебердеев, С. Н. Русанова. Расчет и конструирование изделий из пластмасс и формующей оснастки. Экструзионный формующий инструмент, 2025-01-18. Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. 96 с. ISBN 978-5-7882-2172-4.

2. Бычкова, Е. В. Процессы изготовления изделий из полимеров и композитов методами прессования и литья под давлением : учебное пособие для бакалавров / Е. В. Бычкова, Н. В. Борисова, Л. Г. Панова. Процессы изготовления изделий из полимеров и композитов методами прессования и литья под давлением, Весь срок охраны авторского права. Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. 136 с. ISBN 978-5-4497-0844-1.

3. 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.

4. Архипова, Н. А. Специальные методы обработки поверхностей. Технологии и оборудование : учебное пособие / Н. А. Архипова, Т. А. Блинова. — Белгород : Белгородский государ-



ственный 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

## 7.2 Дополнительная литература

1. 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
2. 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
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/2014100809140455669400002094>
4. 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>
5. Туркина, Н. Р. Проектирование в среде SolidWorks [Электронный ресурс] : практическое пособие / Туркина Н. Р. Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. 55 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/121879>. ISBN 978-5-906920-79-9.

## 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»