

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Институт *политехнический*  
Кафедра «Электро- и нанотехнологий»

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

И.о. заведующего кафедрой



И.В. Гнидина

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

*производственной практики (преддипломной практики)*

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

по направлению подготовки  
***15.03.01 Машиностроение***

с направленностью (профилем)  
***Машины и технология высокоэффективных процессов  
обработки материалов***

Форма обучения: *очная*


Идентификационный номер образовательной программы: 150301-01-23

Тула 2023 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ  
рабочей программы практики**

**Разработчик:**

Могильников В.А., доцент, канд. техн. наук, доцент  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

## **1 Цель и задачи прохождения практики**

**Цель** прохождения преддипломной практики — закрепление и применение на практике теоретических положений дисциплин, изучаемых в университете; сбор материала по теме выпускной квалификационной работы.

**Задачами** прохождения преддипломной практики являются:

- совершенствование способностей и умения обучающегося, опираясь на полученные знания и сформированные навыки, самостоятельно решать задачи в профессиональной деятельности, научно аргументировать принятые решения и защищать свою точку зрения;
- изучение перспективных технологий, процессов и методов обработки материалов, включая электрохимикофизические (ЭХФМО);
- анализ современных методов расчета и рациональных приемов конструирования;
- подбор материалов для выполнения выпускной квалификационной работы.

## **2 Вид, тип практики, способ (при наличии) и форма (формы) ее проведения**

Вид практики – производственная практика.

Тип практики – преддипломная практика.

Способ проведения практики – стационарная и (или) выездная.

Форма проведения практики – дискретно — путем выделения в календарном учебном графике непрерывного периода учебного времени для проведения каждого вида (совокупности видов) практики.

Учебный процесс по практике реализуется в форме практической подготовки обучающихся.

## **3 Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, 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 прохождения практики обучающийся должен:

### **Знать:**

1) методы проектирования электродов-инструментов и приспособлений, этапы проектирования, конструктивные особенности оборудования ЭХФМО (код компетенции – ПК-2, индикатор компетенции – ПК-2.1);

2) системы и методы проектирования технологических процессов, методики проектирования технологических процессов и операций (код компетенции – ПК-6, индикатор компетенции – ПК-6.1);

3) специфику технологических процессов ЭХФМО, факторы, влияющие на процесс ЭХФМО, методику и специфику расчетов технологических режимов для обработки заготовок средней сложности с применением ЭХФМО (код компетенции – ПК-7, индикатор компетенции – ПК-7.1);

4) методы и средства планирования и организации исследований и разработок (код компетенции – ПК-8, индикатор компетенции – ПК-8.1).

**Уметь:**

1) разрабатывать формообразующую часть электрода-инструмента простой формы с учетом вида и способа обработки, используя САД-системы, а также несложные конструкции приспособлений для закрепления заготовки для производства изделий машиностроения средней сложности с применением ЭХФМО, используя САД-системы (код компетенции – ПК-2, индикатор компетенции – ПК-2.2);

2) выявлять основные технологические задачи, решаемые при разработке технологического процесса, разрабатывать маршрутные и операционные технологические процессы (код компетенции – ПК-6, индикатор компетенции – ПК-6.2);

3) выбирать методы обработки и оборудование при разработке технологических процессов изготовления изделий машиностроения средней сложности с применением ЭХФМО, рассчитывать технологические режимы обработки сложных изделий машиностроения с применением ЭХФМО, используя САРР-системы; использовать САД-системы технологических процессов для изделий машиностроения средней сложности (код компетенции – ПК-7, индикатор компетенции – ПК-7.2);

4) оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; применять методы анализа научно-технической информации (код компетенции – ПК-8, индикатор компетенции – ПК-8.2).

**Владеть:**

1) навыками электронных моделей конструкций технологической оснастки для производства простых и средней сложности изделий машиностроения с применением ЭХФМО, проведения технических (инженерных) расчетов для разработанной технологической оснастки для производства изделий машиностроения средней сложности с применением ЭХФМО (код компетенции – ПК-2, индикатор компетенции ПК-2.3);

2) навыками разработки технологических процессов и оформления технологической документации (код компетенции – ПК-6, индикатор компетенции – ПК-6.3);

3) навыками назначения режимов ЭХФМО для изделий машиностроения средней сложности и разработки технологических переходов изготовления изделий средней сложности с использованием ЭХФМО (код компетенции – ПК-7, индикатор компетенции – ПК-7.3);

4) навыками сбора, обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и исследований в области машиностроения (код компетенции – ПК-8, индикатор компетенции – ПК-8.3).

**4 Место практики в структуре образовательной программы**

Практика относится к вариативной части основной профессиональной образовательной программы.

Практика проводится в 8 семестре.

**5 Объем практики в зачетных единицах и ее продолжительность в неделях либо в академических часах**

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Продолжительность		Объем контактной работы в академических часах		Объем иных форм образовательной деятельности в академических часах
			в неделях	в академических часах	Работа с руководителем практики от университета	Промежуточная аттестация	
8	ДЗ	3	2	108	0,75	0,25	107

Условные сокращения: ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой). ДППП – практика проводится дискретно по видам практик – путем выделения в календарном учебном графике непрерывного периода учебного времени для проведения каждого вида (совокупности видов) практики.

К иным формам образовательной деятельности при прохождении практики относятся:

- ознакомление с техникой безопасности и прохождение инструктажа;
- изучение технической документации профильной организации;
- выполнение обучающимся индивидуального задания под руководством руководителя практики от профильной организации;
- выполнение обучающимся индивидуального задания;
- составление обучающимся отчёта по практике.

## **6 Структура и содержание практики**

Обучающиеся в период прохождения преддипломной практики выполняют индивидуальные задания, предусмотренные рабочей программой практики, соблюдают правила внутреннего распорядка организации, на базе которой проводится практика, соблюдают требования охраны труда и пожарной безопасности.

В соответствии с общим и индивидуальным заданием обучающимся предстоит:

- изучение организационной структуры машиностроительного предприятия (цеха, производственного участка), ознакомление с его службами, цехами, отделами, системой управления;
- изучение и анализ действующих на предприятии технологических процессов изготовления изделий, в том числе ЭХФМО, сборки изделий;
- изучение методов получения заготовок, технологического оборудования, оснастки и инструментов, средств механизации и автоматизации, методов и средств технического контроля, а также достижений науки и техники, используемых на предприятии;
- изучение системы технологической подготовки производства, вопросов применения в этой системе современной компьютерной техники;
- ознакомление с действующей в рыночных условиях системой маркетинга, сертификации, патентообеспечения, защиты и охраны прав потребителя, вопросами экономики и организации машиностроительного производства;
- анализ организации труда в цехе и на предприятии в целом, обеспечивающую рациональную расстановку персонала и полную загрузку проектируемого оборудования;
- ознакомление с функциональной структурой и информационным обеспечением, основными принципами работы автоматизированных систем управления;
- изучение вопросов обеспечения жизнедеятельности на предприятии и охраны окружающей среды;
- изучение конструкции оборудования для ЭХФМО по теме работы и технологических основ его проектирования;
- приобретение навыков проектирования современных технологических процессов ЭХФМО;
- знакомство с технико-экономическим обоснованием создания нового (модернизации или реконструкция) объекта проектирования.
- подготовка материалов для выполнения выпускной квалификационной работы.

Предприятия — базы производственной практики — должны относиться к машиностроительной отрасли и обладать действующим рабочим парком оборудования, наличием реализуемых технологических процессов с использованием машин и технологий высокоэффективной обработки материалов, необходимым для приобретения обучающимися компетенций, заявленных рабочей программой учебной практики по реализуемому направлению

15.03.01 «Машиностроение». Среди них: АО «НПО «Сплав» им. А.Н. Ганичева, г. Тула; ОАО «АК «Туламашзавод» и другие.

### Этапы (периоды) проведения практики

№	Этапы (периоды) проведения практики	Виды работ
1	Организационный	Проведение организационного собрания. Инструктаж по технике безопасности. Разработка индивидуального задания.
2	Основной	Выполнение индивидуального задания.
3	Заключительный	Составление отчёта по практике. Защита отчёта по практике (дифференцированный зачет).

### Примеры индивидуальных заданий

**Задание 1.** Изучить технологические процессы электроэрозионной копировально-прошивочной обработки, состав технологического оборудования; выявить особенности выбора режимов обработки для различных типоразмеров заготовок и обрабатываемых материалов; провести анализ применяемых электродов (форма, материалы) и состава рабочих жидкостей; определить зависимости качества обработанных поверхностей от параметров обработки. В отчете отразить предложения по совершенствованию процессов.

**Задание 2.** Изучить технологические процессы электроэрозионной обработки непрофилированным электродом-инструментом, состав вырезного оборудования; выявить особенности выбора режимов обработки для различных обрабатываемых материалов; провести анализ применяемых составов рабочих жидкостей; определить зависимости производительности от параметров обработки. В отчете отразить предложения по совершенствованию изученного процесса.

**Задание 3.** Изучить процессы электроэрозионного упрочнения деталей машин, особенности применяемого технологического оборудования и средств технологического оснащения; выполнить анализ применяемых материалов электродов для упрочнения, используемых режимов обработки для различных упрочняемых материалов; определить зависимости качества обработанных поверхностей от параметров обработки. В отчете дать предложения по совершенствованию процессов электроэрозионного упрочнения.

**Задание 4.** Изучить процессы вырезания заготовок из листовых полимерных материалов на лазерных установках; провести анализ состава и геометрических параметров обрабатываемых материалов и их влияние на режимы и выходные показатели процесса; выявить зависимости качественных показателей процесса от исходных данных; оценить технико-экономические показатели и эффективность применяемого оборудования. В отчете предложить возможности расширения применения лазерной вырезки или альтернативные методы.

**Задание 5.** Изучить процессы вырезания заготовок из листового металла лазерным лучом; провести анализ состава и геометрических параметров обрабатываемых материалов и их влияние на режимы и выходные показатели; выявить зависимости производительности процесса от исходных данных; оценить технико-экономические показатели и эффективность оборудования и средств технологического оснащения. В отчете предложить возможности расширения области использования лазерной вырезки из листов стали большой толщины.

**Задание 6.** Изучить процессы изготовления деталей с использованием КПЭ, классифицировать и оценить их долю в общем объеме предприятия; выявить наиболее перспективные процессы для расширения сферы их применения и изделия, которые могли бы быть эффективно обработаны ЭХФМО. В отчете предложить меры для внедрения новых процессов и обосновать сделанные предложения.

**Задание 7.** Изучить процессы комбинированного алмазно-электрохимического шлифования магнитно-твердых сплавов; провести анализ применяемых алмазных порошков и их концентрации, состава металлических связок; определить оптимальные режимы шлифования; оценить производительность обработки и износ синтетических алмазов; обобщить данные о качестве обработанных поверхностей и влиянии процесса на магнитные свойства изделий. В отчете привести рекомендации по расширению области применения алмазно-электрохимического шлифования.

**Задание 8.** Изучить процессы алмазно-электрохимического шлифования твердых сплавов; провести анализ применяемых алмазных порошков и их концентрации, состава металлических связок; определить оптимальные режимы шлифования; оценить производительность обработки и износ синтетических алмазов, сравнительные характеристики качества обработанных поверхностей после абразивного и алмазно-электрохимического шлифования. В отчете привести рекомендации по снижению расхода синтетических алмазов и повышению качества обработки конкретных изделий.

**Задание 9.** Провести классификацию выпускаемых на предприятии изделий с использованием электрохимического копирования по форме и объему выпуска; определить состав электрохимического оборудования и его загрузку; выполнить анализ применяемых электродных материалов и их покрытий, состава электролитов и способов поддержания их рабочих характеристик; изучить закономерности формирования рельефов в зависимости от электрических режимов источников питания. В отчете отразить результаты выполненных аналитических работ.

**Задание 10.** Провести классификацию выпускаемых на предприятии изделий с использованием электроэрозионного копировально-прошивочного оборудования по типу и объему выпуска; определить состав оборудования и его загрузку, типы средств технологического оснащения; выполнить анализ применяемых электродных материалов и их покрытий, рабочих сред и методов из очистки от шлама; изучить закономерности формирования рельефов в зависимости от электрических режимов источников питания. В отчете отразить результаты аналитической работы.

**Задание 11.** Исследовать вопросы программирования электроэрозионного вырезного оборудования с ЧПУ; изучить состав входных параметров в систему ЧПУ и их взаимосвязь с выходными параметрами процесса (требуемыми результатами обработки); установить оптимальные режимы 3D-вырезки изделий из различных сплавов и пластин разных толщин. В отчете привести необходимые программные коды и графические зависимости.

**Задание 12.** Изучить технологические процессы электроконтактной обработки, состав технологического оборудования; выявить особенности выбора режимов обработки для различных типоразмеров заготовок и обрабатываемых материалов; провести анализ применяемых электродов (форма, материалы); определить зависимости качества обработанных поверхностей от параметров обработки. В отчете отразить предложения по совершенствованию процесса электроконтактной обработки.

**Задание 13.** Изучить процессы электроконтактного восстановления и упрочнения деталей машин, особенности применяемого технологического оборудования и средств технологического оснащения; выполнить анализ используемых материалов для упрочнения, режимов обработки; определить зависимости качества обработанных поверхностей от параметров обработки. В отчете дать предложения по снижению шероховатости обработанных поверхностей.

**Задание 14.** Изучить процессы вырезания заготовок из листовых неметаллических материалов на твердотельных лазерных установках; выполнить анализ состава и состояния поверхности обрабатываемых материалов на режимы и выходные показатели процесса; оценить технико-экономические показатели и эффективность применяемого оборудования. В отчете предложить возможности повышения производительности лазерной вырезки путем предварительной обработки поверхности перед вырезкой.

**Задание 15.** Изучить процессы вырезания заготовок из листового металла лучом CO<sub>2</sub>-лазера; провести анализ состава и геометрических параметров обрабатываемых материалов и их влияние на режимы и выходные показатели; выявить зависимости производительности процесса от толщины листов; оценить эффективность лазерного оборудования для различных металлов и сплавов. В отчете предложить возможности расширения области использования CO<sub>2</sub>-лазера для вырезки из стальных листов большой толщины.

**Задание 16.** Изучить процессы изготовления деталей с использованием вакуумных технологий, классифицировать и оценить их долю в общем объеме предприятия; выявить наиболее перспективные процессы для расширения сферы их применения и изделия, которые могли бы быть эффективно обработаны с использованием вакуумных технологий. В отчете предложить варианты внедрения вакуумных технологий.

**Задание 17.** Изучить технологические схемы алмазно-электрохимического шлифования; провести сравнительный анализ их технологических показателей и области применения по типам изделий и обрабатываемым материалам; установить оптимальные состав алмазных слоев шлифовальных кругов и режимы шлифования; оценить производительность обработки и износ синтетических алмазов; обобщить данные о качестве обработанных поверхностей. В отчете привести рекомендации по использованию различных схем алмазно-электрохимического шлифования для конкретных изделий.

**Задание 18.** Изучить процесс электроэрозионной вырезки электродом-проволокой 3D-изделий из твердых сплавов; выявить особенности протекания эрозионного процесса в межэлектродном промежутке; провести анализ влияния режимов обработки на динамику формирования погрешностей реза и результирующую точность обработки; определить оптимальные режимы обработки в системе производительность – точность. В отчете отразить достигнутые результаты.

**Задание 19.** Разработать техзадание и основные мероприятия по модернизации технологического оборудования для электрохимического формообразования гравюр кованых штампов единичным стержневым вращающимся электродом-инструментом и ЧПУ; провести патентный анализ технических решений. В отчете предложить формы и законы изменения траектории электрода в процессе формообразования с целью снижения погрешностей обработки.

**Задание 20.** Выполнить анализ возможных схем модернизации круглошлифовального оборудования для абразивно-электрохимического шлифования тонкостенных колец подшипников; предложить конструктивные варианты изменения рабочих органов и систем оборудования с целью обеспечения требуемых режимов обработки, подвода технологических тока и среды. В отчете отразить принятые варианты изменений.

**Задание 21.** Изучить процесс ультразвукового прошивания отверстий в твердых сплавах; выявить особенности протекания процесса в ходе постепенного заглубления инструмента-концентратора; провести анализ влияния режимов обработки на динамику формирования погрешностей формы отверстия и результирующую точность обработки; определить оптимальные соотношения размеров отверстий с глубиной прошивания. В отчете отразить выявленные закономерности.

**Задание 22.** Исследовать вопросы программирования лазерного вырезного оборудования с ЧПУ; изучить состав входных параметров в систему ЧПУ и их взаимосвязь с выходными параметрами процесса (требуемыми результатами обработки); установить оптимальные режимы вырезки изделий из различных материалов разных толщин. В отчете привести необходимые программные коды и графические зависимости.

**Задание 23.** Изучить процесс электронно-лучевого прошивания микроотверстий в тонкостенных изделиях; выявить особенности протекания процесса для различных материалов; провести анализ влияния режимов обработки на продольную форму отверстий и точность обработки; определить оптимальные соотношения размеров отверстий с глубиной прошивания. В отчете отразить закономерности формообразования для различных материалов.



**Задание 24.** Разработать техническое задание и мероприятия по модернизации технологического оборудования для электроэрозионного копирования штампов и пресс-форм с орбитальным движением электрода-инструмента; провести патентный анализ технических решений для получения орбитального движения. В отчете предложить законы изменения межэлектродного зазора в процессе прошивания с целью компенсации износа электродов-инструментов из различных материалов.

**Задание 25.** Изучить процессы поверхностного упрочнения лучом твердотельного лазера цилиндрических изделий; провести анализ взаимосвязи рабочих характеристик излучения с видом траектории сканирования луча по обрабатываемой поверхности; установить зависимости достигаемых прочностных характеристик изделия с интенсивностью лучевого воздействия. В отчете предложить возможности снижения затрат рабочего времени на упрочнение.

**Задание 26.** Выполнить сравнительный анализ методик проектирования электродов-инструментов для электрохимической размерной обработки с разработкой алгоритмов расчетов из рабочих поверхностей. В отчете предложить варианты (фрагменты) программных продуктов для реализации выбранных алгоритмов расчета.

**Задание 27.** Изучить конструктивные и схемные решения реализации источников технологического тока для электрохимических процессов размерной обработки; на основе выполненного анализа предложить пути снижения габаритов источников питания при сохранении заданных рабочих параметров. В отчете привести выбранные схемные решения.

**Задание 28.** Изучить процесс светолучевого прошивания отверстий в тонкостенных изделиях; выявить особенности протекания процесса для различных материалов; провести анализ влияния режимов обработки на форму отверстий и точность обработки; определить оптимальные характеристики полихроматического излучения. В отчете предложить тип излучателей, обеспечивающий максимальную производительность обработки для различных материалов.

**Задание 29.** Изучить процессы поверхностного безабразивного ультразвукового упрочнения тел вращения; провести анализ взаимосвязи рабочих характеристик излучателя волн с видом траектории перемещения индентора по обрабатываемой поверхности; установить зависимости достигаемых прочностных характеристик изделия с интенсивностью ультразвукового воздействия. В отчете предложить возможности снижения затрат рабочего времени на упрочнение.

## 7 Формы отчетности по практике

Промежуточная аттестация обучающегося по практике проводится в форме дифференцированного зачета (зачета с оценкой), в ходе которого осуществляется защита обучающимся отчета по практике. Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения при прохождении практики представлена ниже.

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Стобалльная система оценивания				
Академическая система оценивания (дифференцированный зачет)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

### Требования к отчёту по практике

Отчет по практике должен содержать результаты проработки программы практики и выполнения индивидуального задания. Его структура должна включать титульный лист, лист технического задания, введение, основную часть, заключение и список использованных информационных источников. Основная часть отчета должна быть проиллюстрирована рисунками, эскизами, схемами, таблицами, поясняющими текст; его форма должна соответ-

ствовать правилам оформления текстовых документов в соответствии с действующими государственными стандартами (ГОСТ 7.32-2017, ГОСТ 2.105-95).

## **8 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по практике**

Ниже приведен перечень контрольных вопросов и (или) заданий, которые могут быть предложены обучающемуся в рамках защиты отчета по практике. Они позволяют оценить достижение обучающимся планируемых результатов обучения при прохождении практики и сформированность компетенций, указанных в разделе 3.

### **Перечень контрольных вопросов и (или) заданий**

1. Каков состав проектных работ на этапе технического проекта? (код компетенции – ПК-6; индикаторы компетенций – ПК-6.1, ПК-6.3).
2. Какие данные необходимо указать в заявке на приобретение материалов для приготовления рабочих сред при ультразвуковой размерной обработке? (код компетенции – ПК-8; индикаторы компетенций – ПК-8.1, ПК-8.2).
3. Как конструктивно реализовать разделение электродов в электротехнологической установке? (код компетенции – ПК-2; индикатор компетенции – ПК-2.1).
4. Какие данные необходимы для расчета прочности стенок камеры электрохимического копировально-прошивочного станка? (коды компетенций – ПК-2, ПК-7; индикаторы компетенций – ПК-2.3, ПК-7.2).
5. Назовите типы приводов, используемых для вырезных электроэрозионных станков. (код компетенции – ПК-7; индикатор компетенции – ПК-7.2)
6. Какова структура технического задания на проектирование? (код компетенции – ПК-8; индикаторы компетенций – ПК-8.1, ПК-8.2).
7. Укажите различие между маршрутным и операционным техпроцессами? (коды компетенций – ПК-6, ПК-7; индикаторы компетенций – ПК-6.1, ПК-7.3).
8. Какой принцип проектирования заложен в САПР ТП «Вертикаль»? (коды компетенций – ПК-6, ПК-7; индикаторы компетенций – ПК-6.3, ПК-7.2).
9. В какой последовательности вести обработку корпусных деталей на многооперационных станках с ЧПУ? (коды компетенций – ПК-6, ПК-7; индикаторы компетенций – ПК-6.3, ПК-7.1, ПК-7.2).
10. Назовите состав штучного времени на технологическую операцию ЭХФМО. (код компетенции – ПК-7; индикатор компетенции – ПК-7.3).
11. Какие сведения о процессе обработки включаются в операционную (маршрутную) технологическую карту? (код компетенции – ПК-8; индикатор компетенции – ПК-8.2).
12. Предложите состав суспензии для ультразвуковой обработки, совмещенной с электрохимической размерной. (коды компетенций – ПК-6, ПК-7; индикаторы компетенций – ПК-6.1, ПК-7.1, ПК-7.2).
13. Дайте сравнительный анализ методов ЭХФМО. (коды компетенций – ПК-6, ПК-7, ПК-8; индикаторы компетенций – ПК-6.2, ПК-7.1, ПК-8.3).
14. Выберите и обоснуйте метод ЭХФМО для получения конкретного изделия. (коды компетенций – ПК-6, ПК-8; индикаторы компетенций – ПК-6.2, ПК-8.3).
15. Проведите анализ качества обработанной поверхности после ЭХФМО. (коды компетенций – ПК-6, ПК-8; индикаторы компетенций – ПК-6.2, ПК-8.3).
16. Как определяются тип лазера и режимы лазерной вырезки? (коды компетенций – ПК-6, ПК-8; индикаторы компетенций – ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-8.1).
17. Какие конструктивные особенности должна иметь рабочая камера для электрохимической обработки с целью обеспечения безопасности работы? (код компетенции – ПК-6; индикатор компетенции – ПК-6.2).

18. Назовите примеры использования ЧПУ в процессах ЭХФМО. (код компетенции – ПК-7; индикатор компетенции – ПК-7.2).
19. Какова эксплуатационная разница металлорежущего инструмента с PVD и CVD покрытиями? (код компетенции – ПК-7; индикатор компетенции – ПК-7.2).
20. Приведите пример ЭХФМО, для разработки операции которого возможно использование САРР-системы (Вертикаль). (коды компетенций – ПК-6, ПК-7; индикаторы компетенций – ПК-6.1, ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3).
21. Назовите методы контроля качества обработанной поверхности после ЭХФМО? (коды компетенций – ПК-6, ПК-7; индикаторы компетенций – ПК-6.2, ПК-7.2).
22. Какие средства технологического оснащения применяются с целью повышения равномерности нанесения покрытия в вакуумных технологиях? (коды компетенций – ПК-6, ПК-7; индикаторы компетенций – ПК-6.1, ПК-7.1).
23. В чем различие и схожесть лучевых методов обработки лазером и полихроматическими источниками света? (коды компетенций – ПК-6, ПК-8; индикаторы компетенций – ПК-6.2, ПК-8.3).
24. Назовите требования к проектированию электродов-инструментов для ЭХФМО? (код компетенции – ПК-2; индикаторы компетенции – ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3).
25. Назовите основные этапы в проектировании технологической оснастки для производства изделия с применением ЭХФМО? (код компетенции – ПК-2; индикаторы компетенции – ПК-2.1, ПК-2.3).
26. Как оформить результаты НИР в области ЭХФМО? (код компетенции – ПК-8; индикатор компетенции – ПК-8.2).
27. Как обеспечивается разграничение электрода-инструмента и обрабатываемой поверхности при электрохимическом протягивании (калибровании)? (код компетенции – ПК-2; индикатор компетенции – ПК-2.2).
28. В чем отличительные особенности конструкций электродов для микроэлектрохимического формообразования? (коды компетенций – ПК-2, ПК-7; индикаторы компетенций – ПК-2.2, ПК-7.2).
29. Приведите примеры снижения себестоимости обработки в случаях внедрения процессов ЭХФМО. (код компетенции – ПК-8; индикатор компетенции – ПК-8.1).

## **9 Описание материально-технической базы, необходимой для проведения практики**

Для проведения практики требуется специализированное оборудование, средства технологического оснащения и контроля, комплексы программных средств, находящиеся в распоряжении утвержденных баз практик – необходимые для приобретения обучающимися компетенций, заявленных рабочей программой практики по реализуемому кафедрой направлению 15.03.01 Машиностроение.

## **10 Перечень учебной литературы и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для проведения практики**

### **Основная литература**

1. Высокие технологии в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие. В 2-х 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 [Электронный ресурс] : учебное 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.

3. Технология конструкционных материалов (Технологические процессы в машиностроении) : учебник для вузов : в 4 ч. / под общ. ред. Э. М. Соколова, С. А. Васина, Г.Г. Дубенского.— Тула: Изд-во ТулГУ, 2007.

### **Дополнительная литература**

1. Суслов, А. Г. Научные основы технологии машиностроения : учебное пособие. Ч. 2 / А. Г. Суслов, А. С. Ямников ; ТулГУ. — Тула : Изд-во ТулГУ, 2014. — 298 с. : ил. — ISBN 978-5-7679-2775-3. – Режим доступа:

<https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/2015020417512986626400009948>, по паролю.

2. Маталин, А. А. Технология машиностроения : учебник для вузов / А.А. Маталин. — 2-е изд., испр. — СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2008. — 512 с.; ил.

3. Технология машиностроения : учебник для вузов: в 2 т. Т. 1. Основы технологии машиностроения / В.М. Бурцев [и др.]; под общ. ред. А.М. Дальского. – 2-е изд., стер. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. –564 с.; ил.

### **Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

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: Федеральный портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://window.edu.ru>. – Загл. с экрана.

## **11 Перечень информационных технологий, используемых при проведении практики, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

1. Офисные пакеты МойОфис, LibreOffice, OpenOffice.org.

2. Браузеры Mozilla Firefox, Chromium.

3. Графические редакторы Krita, Inkscape.

4. Система оформления проектной и конструкторской документации КОМПАС.