Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 14.07.2026 15:42:21
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет Машиностроительный

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения

_____ /Е.В. Сафонов/

«26» _февраля__ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы технологий высокоэффективных способов обработки»

Направление подготовки
15.03.01 «Машиностроение»

профиль подготовки
«Оборудование и технологии аддитивного производства»

Квалификация (степень) выпускника
бакалавр

Форма обучения
очная

Москва 2026

Программа дисциплины **«Основы технологий высокоэффективных способов обработки»** составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению **15.03.01 «Машиностроение»** по профилю подготовки **«Оборудование и технологии аддитивного производства».**

Программу составил:

доцент, к.т.н. / Ю.А. Моргунов/

Согласовано:

Заведующий кафедрой «ТиОМ» доцент, к.т.н. _____ /А.В. Александров/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 5
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 6
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 10
5. Материально-техническое обеспечение 11
6. Методические рекомендации 11
7. Фонд оценочных средств 13

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Основы технологий высокоэффективных способов обработки» следует отнести:

– формирование знаний и практических навыков проектирования комплексных технологических процессов изготовления и упрочнения изделий машиностроения с помощью методов и технологий электро-физико-химической обработки (ЭФХО)**;**

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по данному направлению, в том числе формирование умений и навыков по выявлению необходимых усовершенствований и разработке новых наукоемких технологий изготовления изделий.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Основы технологий высокоэффективных способов обработки» следует отнести:

– освоение методологии выбора и обоснования необходимости применения того или иного метода обработки изделия с использованием ЭФХО;

– формирование умений и навыков по обоснованному выбору средств технологического оснащения для реализации технологий ЭФХО;

– освоение методик нормирования наукоемких операций и оценки их экономической целесообразности в конкретных производственных условиях.

Обучение по дисциплине «Основы технологий высокоэффективных способов обработки» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ОПК-8. Способен проводить анализ затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений в машиностроении;	ИОПК-8.1. Применяет основы экономических знаний при оценке эффективности результатов деятельности ИОПК-8.2. Владеет методиками расчета экономических показателей проектных и производственных видов деятельности, проводит анализ и оценку производственных и непроизводственных затрат для обеспечение требуемого качества продукции

ОПК-12. Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения;	ИОПК- 12.1 Демонстрирует знание технологичности производства изделий машиностроения ИОПК-12.2 Владеет навыками выбора технологической цепочки изготовления изделий, умеет контролировать соблюдение всех требований технологической маршрутной карты
ПК – 1 Способен к проектированию модели несложного изделия, изготавливаемого методами аддитивных технологий.	ИПК-1.1 Знает особенности аддитивных технологий по сравнению с традиционными методами формообразования несложных изделий ИПК-1.2 Способен использовать системы автоматизированного проектирования для подготовки производства несложных изделий методами аддитивного производства. ИПК-1.3 Способен выбирать металлические, керамические и полимерные материалы для изготовления несложных изделий методами аддитивных производств. ИПК-1.4 Способен использовать системы автоматизированного расчета и компьютерного моделирования для описания физических явлений, происходящих в технологических процессах изготовления несложных изделий методами аддитивного производства. ИПК-1.5 Способен осуществлять патентный поиск конструкций аналогичных несложных изделий аддитивного производства и составить заявку о регистрации объекта интеллектуальной собственности.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина **«Основы технологий высокоэффективных способов обработки»** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Б1.2 и входит в основную образовательную программу подготовки бакалавра по направлению подготовки 27.03.05 «Инноватика», профиль «Аддитивные технологии» очной формы обучения.

Дисциплина **«Основы технологий высокоэффективных способов обработки»** взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ООП:

В обязательной части (Б1.1):

- Основы материаловедения металлов, пластмасс, и композиционных материалов;

В части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.2):

- Основы технологии литья для изготовления изделий из металлов и композиционных материалов;
- Компьютерное проектирование инструмента и оборудования;
- Основы технологии сварки изделий из металлов и композиционных материалов.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 академических часов (из них 36 часа – аудиторная работа, в том числе 18 часов лекций, 18 часов лабораторных занятий и 36 часа самостоятельной работы студента).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1.Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			7семестр	
1	**Аудиторные занятия**	**36**	**36**	
	В том числе:			
1.1	Лекции	18	18	
1.2	Семинарские/практические занятия			
1.3	Лабораторные занятия	18	18	
2	**Самостоятельная работа**	**36**	**36**	
	В том числе:			
2.1	Подготовка и защита лабораторных работ	18	18	
2.2	Самостоятельное изучение материала	18	18	
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	зачет	зачет	
	Итого	**72**	**72**	

3.2 Тематический план изучения дисциплины

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины		Трудоемкость, час	
			Аудиторная работа	

		Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	**Самостоятельная работа**
1	**Раздел 1.**	**2**	**1**				
1.1	Тема 1. Основные понятия и определения курса.		1				
2	**Раздел 2.**	**16**	**4**		**4**		**8**
2.1	Тема 1. «Технологии лазерного термоупрочнения изделий»		1				
2.2	Тема 2. «Вспомогательные операции		1				
	при лазерном термоупрочнении»						
2.3	Тема 3. «Разработка операции лазерного термоупрочнения»		1				
2.4	Тема 4. «Технология местного электро-термодиффузионного (МЭТД)-упрочнения»		1				
3.	**Раздел 3.**	**3**	**1**				**2**
3.1	Тема 1. «Технология ионноплазменного азотирования»		1				
4.	**Раздел 4.**	**16**	**4**		**4**		**8**
4.1	Тема 1. «Основные понятия и особенности процесса детонационного напыления»		1				
4.2	Тема 2. «Средства технологического оснащения и области применения детонационных покрытий»		1				
4.3	Тема 3. «Технологии плазменного напыления и наплавки»		1				
4.4	Тема 4. «Технологии лазерного легирования и наплавки»		1				
5	**Раздел 5.**	**14**	**2**		**4**		**8**
5.1	Тема 1. «Технология изготовления штампосварных конструкций. Лазерная сварка»		1				
5.2	Тема 2. «Технологии электроннолучевой сварки (ЭЛС)»		1				
6	**Раздел 6.**	**21**	**5**		**6**		**10**
6.1	Тема 1. «Особенности процесса лазерной резки»		1				
6.2	Тема 2. «Лазерная резка материалов»		1				

6.3	Тема 3. «Основные положения и понятия процесса гидроструйной обработки»		1				
6.4	Тема 4. «Средства технологического оснащения для реализации гидроструйных технологий»		1				
6.5	Тема 5. «Технологические возможности и эффективность применения ГАР»		1				
7	**Обзорная лекция**	**2**	**1**				
Итого		**72**	**18**		**18**		**36**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Основные понятия и определения курса Классификация методов ЭФХО. Основные преимущества и недостатки методов ЭФХО. Классификация методов ЭФХО. Рациональные области применения. Основные этапы выбора оптимального метода обработки.

Раздел 2. Технологические процессы поверхностного упрочнения деталей

Технологии лазерного термоупрочнения, примущества и недостатки. Оборудование и технологическая оснастка. Требования, предъявляемые к лазерным технологическим комплексам. Механизм лазерного термоупрочнения стали и чугуна. Вспомогательные операции и их назначение. Основные параметры процесса лазерного термоупрочнения. Три группы режимов при лазерной обработке. Требования, предъявляемые к расположению лазерного оборудования на участке, различные варианты планировки. Состав энергетического и электромеханического комплекса лазерной установки. Технология лазерного термоупрочнения гильзы цилиндров.

Технология местного электро-термодиффузионного (МЭТД)-упрочнения. Эластичный графит, его особенности и свойства. Процессы, происходящие в зоне контакта «графитметалл». Технология и оборудование для производства эластичного графита. Примеры применения ламинированного графита. Технология локального упрочнения червяка при помощи МЭТД-процесса. Схема МЭТД-упрочнения витков червяка. Установка СВАН-01, ее основные узлы и характеристики. Расчет циклограммы работы установки.

Раздел 3. Технологии химико-термического упрочнения деталей

Влияние химико-термической обработки (ХТО) на точность изготовления деталей машин. Ионно-плазменное азотирование (ИПА). Физическая сущность процесса ИПА. Оборудование и оснастка. Требования, предъявляемые к расположению оборудования для ИПА на участке, различные варианты планировки

Раздел 4. Газотермические методы и технологии нанесения упрочняющих и защитных покрытий

Сущность процесса детонационного напыления (ДН) и области рационального применения. Виды и характеристика детонационных покрытий. Состав энергетического и

электромеханического комплекса установки ДН, требования к ее размещению на участке. Особенности эксплуатации, требования безопасности.

Процессы плазменной наплавки и напыления, преимущества и недостатки, рациональная область применения. Роботизированные плазменные комплексы для напыления. Типы покрытий, получаемых с помощью плазменного напыления, и их характеристики. Основные параметры процесса плазменного напыления. Методика проектирования технологических процессов нанесения покрытий.

Раздел 5. Технология изготовления штампосварных конструкций

Технологии электронно-лучевой сварки (ЭЛС). Требования к элементам сварных конструкций. Примеры характерных для ЭЛС сварных соединений и их анализ. Технологический маршрут изготовления биметаллического подшипника скольжения. Состав энергетического и электромеханического комплекса установки для ЭЛС.

Технологии лазерной сварки. Влияние характеристик процесса лазерной сварки на геометрию сварного шва. Вспомогательные операции и их назначение. Влияние формы импульса на продольное сечение сварного шва при импульсной лазерной сварке. Технология лазерной сварки полусепараторов шарикоподшипников.

Раздел 6. Технологии разделительной резки

Выбор технологии раскроя листового материала.

Лазерная разделительная резка. Разновидности лазерной резки. Физика процесса резания лазерным излучением. Характеристики качества реза. Средства технологического оснащения. Различные типы лазерного оборудования и их сравнение. Параметры оптической системы лазера. Оборудование для лазерной резки. Технологические параметры лазерной резки. Общие рекомендации по качественной лазерной резке металлов. Требования безопасности при лазерной резке.

Гидроабразивная резка материалов (ГАР). Особенности процесса и взаимодействие струи с материалом. Преимущества и недостатки ГАР. Основные факторы и выходные параметры ГАР. Насосы высокого давления и их особенности. Типы режущих головок по способу введения в жидкость абразивных частиц. Конструкция, принцип работы и характеристики эжекционной и инжекционной режущих головок. Три типа реза и их характеристики. Оценка качества и точности реза в соответствии с Европейскими нормами и стандартами (ISO 9001.2000). Влияние рабочего давления, расхода абразивного материала и скорости резки на выходные параметры ГАР. **Обзорная лекция**

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1.Лабораторные занятия

1. Исследование параметров упрочнения поверхностного слоя деталей по параметрам профиля очага деформации при обработке поверхностным пластическим деформированием

2. Исследование импульсов технологического тока при нанесении покрытий по технологии электроэрозионного синтеза исследование импульсов технологического тока при нанесении покрытий по технологии электроэрозионного синтеза

3. Исследование остаточных напряжений в деталях при их комбинированном упрочнении методами электроэрозионного синтеза покрытий и поверхностного пластического деформирования

4. Исследование закономерностей изменения рабочего тока, анодной и катодной составляющих напряжения в процессе обработки деталей микродуговым оксидированием

5. Конструкция и работа на установке ультразвуковой абразивной обработки СНУ-10.

6. Исследование режимов упрочнения мдо на параметры шероховатости и размерообразование. 7. Исследование износостойкости упрочненных поверхностей.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы/проекты отсутсвуют

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрено

4.2 4.2. Основная литература:

1. Наукоемкие технологии машиностроительного производства: Физико-химические методы и технологии: учебное пособие / Ю.А.Моргунов, Д.В.Панов, Б.П.Саушкин, С.Б.Саушкин; под ред. Б.П.Саушкина. – М.: Издательство «Форум», 2013. – 928 с.: ил. – (Высшее образование)

4.3. Дополнительная литература:

1. Маталин А.А Технология машиностроения: учебник / А. А. Маталин. – 2-е изд., испр. – СПб. и др.: Лань. - 2008. - 512 с.

2. Лазерные аддитивные технологии в машиностроении: учебное пособие /[А. Г. Григорьянц и др.] ; под ред. А. Г. Григорьянца. — Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 – 278 с.:ил.

4.4. Методические указания для проведения лабораторных работ

1. Методические указания к лабораторной работе №1 «Установка ультразвуковой абразивной обработки СНУ-10. Конструкция и работа» М., Университет машиностроения, 2017.

2. Методические указания к лабораторной работе №2 «Исследование производительности ультразвуковой размерной обработки различных материалов». М., Университет машиностроения, 2017.

3. Методические указания к лабораторной работе №3 «Влияние режима работы источника импульсов тока на показатели процесса МДО» М., МГТУ «МАМИ», 2014.

4. Методические указания к лабораторной работе №4 «Исследование управляющих параметров процесса электроэрозионного синтеза износостойких покрытий на приращение размера и шероховатость поверхности». М., МГТУ «МАМИ», 2014.

5. Методические указания к лабораторной работе №5 «Исследование остаточных напряжений в поверхностях деталей при их комбинированном упрочнении». М., МГТУ «МАМИ», 2011.

4.4. Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестации возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанного электронного образовательного ресурсу (ЭОР) по всем разделам дисциплины.

https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=8233

Разработанный ЭОР включает тренировочные и итоговый тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета

(elib.mgup; lib.mami.ru/lib/content/elektronyy-katalog) к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам)

5. Материально-техническое обеспечение

Лекционные аудитории кафедры «Технологии и оборудование машиностроения" (АВ1502, АВ1510, АВ1508), оснащенные мультимедийными проекторами для показа видеофильмов, слайдов, презентаций. Для проведения практикума по дисциплине в лабораториях кафедры (АВ1104, АВ1104а, АВ2109) имеется следующее оборудование: копировально-прошивочные и проволочно-вырезные электроэрозионные станки, ультразвуковая установка, металлорежущие станки для изготовления лабораторных образцов, инструмента и оснастки, средства автоматизации производства, контрольноизмерительные приборы и пр. Кроме этого, для проведения практических занятий можно использовать производственные мощности Центра проектной деятельности.

6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины «Основы технологий высокоэффективных способов обработки» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий:

- аудиторные занятия: лекции, лабораторные работы, тестирование;
- внеаудиторные занятия: самостоятельное изучение отдельных вопросов, подготовка к лабораторным работам;

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Мосполитеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. В начале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации.

6.1.7. Преподаватели, ведущие лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.8. При подготовке к практическим занятиям по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме занятия.

В заключительной части практического занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

1.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

1.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS Мосполитеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

1.2.4. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным работам;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным и подготовка к их защите;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы, и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация самостоятельной работы.

7. Фонд оценочных средств

В процессе обучения в течение семестра используются оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций. Применяются следующие оценочные средства: тест, защита практической работы, зачет.

Обучение по дисциплине «Основы технологий высокоэффективных способов обработки» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ОПК-8. Способен проводить анализ затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений в машиностроении;	ИОПК-8.1. Применяет основы экономических знаний при оценке эффективности результатов деятельности ИОПК-8.2. Владеет методиками расчета экономических показателей проектных и производственных видов деятельности, проводит анализ и оценку производственных и непроизводственных затрат для обеспечение требуемого качества продукции

ОПК-12. Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения;	ИОПК- 12.1 Демонстрирует знание технологичности производства изделий машиностроения ИОПК-12.2 Владеет навыками выбора технологической цепочки изготовления изделий, умеет контролировать соблюдение всех требований технологической маршрутной карты
ПК – 1 Способен к проектированию модели несложного изделия, изготавливаемого методами аддитивных технологий.	ИПК-1.1 Знает особенности аддитивных технологий по сравнению с традиционными методами формообразования несложных изделий ИПК-1.2 Способен использовать системы автоматизированного проектирования для подготовки производства несложных изделий методами аддитивного производства. ИПК-1.3 Способен выбирать металлические, керамические и полимерные материалы для изготовления несложных изделий методами аддитивных производств. ИПК-1.4 Способен использовать системы автоматизированного расчета и компьютерного моделирования для описания физических явлений, происходящих в технологических процессах изготовления несложных изделий методами аддитивного производства. ИПК-1.5 Способен осуществлять патентный поиск конструкций аналогичных несложных изделий аддитивного производства и составить заявку о регистрации объекта интеллектуальной собственности.

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности представлены в таблице.

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС

1	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Промежуточные тесты (Т)	К каждому вопросу теста даны три-четыре варианта ответа. Правильным является только один. Тестирование ограничено по времени и выполняется на компьютере. Студент выполняет тестирование самостоятельно в домашних условиях. Для успешного прохождения теста ему предоставляется 2 попытки. Учитывается лучшая из них.	Тесты по разделам дисциплины
3	Итоговый тест (ИТ)	В состав итогового теста входят вопросы промежуточных тестов и не менее 30 новых вопросов. К каждому вопросу теста даны три- четыре варианта ответа. Правильным является только один. Тестирование ограничено по времени. Все студенты одновременно выполняют итоговое тестирование в процессе проведения промежуточной аттестации. Во время промежуточной аттестации студентам предоставляется лишь одна попытка прохождения итогового теста. Студент, не прошедший итоговое тестирование до зачета не допускается. Результат тестирования учитывается преподавателем при дальнейшем ответе студента на зачете.	Итоговый тест

*Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: зачет

Промежуточная аттестация обучающихся в проходит в комбинированной форме: итоговое тестирование-зачет. Промежуточная аттестация проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки с учетом результата итогового тестирования. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «незачтено».

*К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «**Основы технологий высокоэффективных способов обработки**» (самостоятельное тестирование по разделам дисциплины с положительным результатом (более 80%), выполнение и успешная защита лабораторных работ, выполнение заданий на самостоятельную работу и пр.).*

Итоговое тестирование студентов проводится во время промежуточной аттестации. Студент, не прошедший итоговое тестирование получает оценку незачтено и до зачета не допускается. Результат тестирования учитывается преподавателем при определении общей оценки знаний студента.

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. Успешно сдан итоговый тест. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Незачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины. Не сдан итоговый тест. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

7.3.1.1 Тестирование

Текущий контроль выполняется с применением Банка тестовых вопросов (частично). Для подготовки к тестированию приведён перечень контрольных вопросов. Результаты текущего контроля успешно зачитываются, если при тестировании набрано не менее 80% правильных ответов. Примеры тестов представлены ниже.

Раздел 1. Основные понятия и определения курса Задание:
К методам ЭФХО относятся:
= ЭЭО, ЭХО, лазерная наплавка, электронно-лучевая сварка, плазменная резка, ультразвуковая сварка
~ ЭЭО, ЭХО, лазерная сварка, электронно-лучевая обработка, плазменная обработка, гидростатическая штамповка, сварка трением

~ ЭЭО, ЭХ полирование, лазерная обработка, электронно-лучевая прошивка отверстий, плазменное напыление, суперфиниш, ультразвуковая обработка

Раздел 2. Технологические процессы поверхностного упрочнения деталей Задание: Необходимые условия осуществления ЛазТУ:
= обработка деталей осуществляется на воздухе
~ нужна специальная газовая среда
~ обработка деталей должна осуществляться в вакууме

Задание: При изготовлении эластичного графита в качестве сырья используется:
~ графит в виде коротких стержней
= обогащенный природный графит
~ природный графит в виде порошка

Раздел 3. Технологии химико-термического упрочнения деталей
Задание: Область эффективного использования ИПА:
= обработка однотипных деталей в условиях крупносерийного производства
~ обработка экспериментальных изделий в условиях опытного производства
~ обработка деталей в условиях мелкосерийного производства

Раздел 4. Газотермические методы и технологии нанесения упрочняющих и защитных покрытий
Задание: Недостатком процесса детонационного напыления является:
~ высокая пористость нанесенного покрытия
~ невозможность нанесения покрытия из тугоплавких материалов на основе карбидов, нитридов и окислов
= невозможность напыления внутренних поверхностей на глубину, превышающую диаметр входного отверстия

Задание: Многослойные и градиентные покрытия используются в случаях…
= когда детали работают в условиях динамических и ударных нагрузок ~
когда детали работают в условиях повышенного износа
~ когда детали работают в условиях повышенного коррозионного износа

Раздел 5 Технология изготовления штампосварных конструкций
Задание: Минимальная деформация деталей при лазерной сварке объясняется… ~
применением защитной среды
~ отсутствием вредного рентгеновского излучения
= локальностью теплового воздействия
~ бесконтактностью процесса

Раздел 6. Технологии разделительной резки
Задание: Газолазерной резкой называется …

= процесс лазерной резки с подачей в зону реза газовой струи ~
процесс лазерной резки с подачей в зону реза струи кислорода ~
процесс лазерной резки с подачей в зону реза струи азота
~ процесс лазерной резки с подачей в зону реза струи аргона

Задание: По способу введения в жидкость абразивных частиц режущие головки бывают: =
эжекционные и инжекционные
~ конструкторские и технологические ~
эжекционные и инжекторные

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в 7семестре обучения (в форме зачета, который проводится в комбинированной форме: итоговый тест+ ответы на вопросы билета.

Итоговое тестирование студентов проводится во время промежуточной аттестации. Студент, не прошедший итоговое тестирование к зачету не допускается.

Зачет проводится по билетам, ответы предоставляются письменно с последующим устным собеседованием. Билеты формируются из вопросов представленного ниже перечня.

Регламент проведения зачета:

1. В билет включается 2 вопроса из разных разделов дисциплины.
2. Ниже указан перечень вопросов по изученным лекционным разделам и практическим занятиям.
3. Время на подготовку письменных ответов - до 20 мин, устное собеседование - до 5 минут.
4. Проведение аттестации (зачета) с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий выполняется в соответствии с утверждённым в университете "Порядком проведения промежуточной аттестации с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий"

Перечень вопросов для подготовки к зачету

Основные понятия и определения

1. Классификация методов ЭФХО по энергоемкости процесса
2. Классификация методов ЭФХО по виду энергетического воздействия на деталь
3. Основные преимущества и недостатки методов ЭФХО. 4. Основные этапы выбора оптимального метода обработки.

Лазерное термоупрочнение

1. Преимущества и недостатки технологии лазерного термоупрочнения.
2. Четыре схемы упрочнения непрерывным лазерным излучением.
3. Два основных режима лазерного термоупрочнения. Структура поверхностного слоя после упрочнения.
4. Понятие лазерного трека. Необходимость последующей механической обработки термоупрочненных поверхностей.

5. Необходимость применения поглощающих покрытий. Виды поглощающих покрытий.
6. Требования, предъявляемые к поглощающим покрытиям.
7. Способы нанесения поглощающих покрытий и их характеристики.
8. Способы сушки поглощающих покрытий и их характеристики этих способов.
9. Этапы разработки технологического процесса лазерного термоупрочнения.
10. Обоснование необходимости лазерного термоупрочнения гильзы цилиндров.
11. Варианты нанесения лазерных треков на зеркало гильзы цилиндра и выбор лучшего из них.
12. Вспомогательные операции, необходимые для осуществления лазерного термоупрочнения и их характеристики.
13. Выбор места для процесса лазерного термоупрочнения в технологическом маршруте изготовления детали.
14. Схемы базирования и установки гильзы на вспомогательных операциях.
15. Обоснование схемы базирования и установки гильзы на операции лазерного термоупрочнения.
16. Расчет такта выпуска изделий.
17. Основные параметры процесса лазерного термоупрочнения.
18. Расчет шага, длины и количества лазерных треков.
19. Определение доли энергии, распространяющейся вглубь материала. Число Пекле.
20. Определение штучного времени операции лазерного термоупрочнения детали.
21. Определение необходимого количества оборудования и коэффициента его загрузки.

МЭТД-упрочнение

1. Эластичный графит, его особенности и свойства
2. Процессы, протекающие в зоне контакта «графит-металл»

3. Схема и состав установки для производства эластичного
графита 4. Технология изготовления эластичного графита.
5. Области применения ламинированного графита
6. Схема установки для МЭТД упрочнения витков червяка
7. Установка СВАН-1, ее состав и технические характеристики
8. Назначение и конструкция электрода-контактора
9. Назначение и конструкция механизма закалки
10.Режимы упрочнения витков червяка на установке СВАН и характеристики упрочненной поверхности.

Детонационное напыление

1. Основные преимущества детонационного напыления и область применения процесса.
2. Сущность процесса детонационного напыления. Характеристика цикла и протекающих в нем процессов.
3. Процесс формирования покрытия и особенности строения покрытия, полученного при детонационном напылении.
4. Основные параметры процесса детонационного напыления. Коэффициент использования порошка.
5. Вспомогательные операции и их особенности и характеристики.
6. Виды оборудования для детонационного напыления. Примеры моделей установок для ДН и их особенности.

7. Влияние конструктивных параметров и технологических факторов на эффективность детонационного напыления.

Технология нанесения упрочняющих покрытий.

1. Плазменная струя (дуга) и процесс ее формирования. Два вида плазменной дуги.
2. Назначение газовой среды при плазменной обработке. Классификация газов по назначению.
3. Схема процесса плазменного напыления и его основные этапы.
4. Типы покрытий, получаемых с помощью плазменного напыления.
5. Основные параметры процесса плазменного напыления.
6. Сущность процесса плазменной наплавки и основные направления ее использования.
7. Четыре схемы наплавки с подачей проволоки. Области применения этих схем.
8. Три схемы наплавки с подачей порошка. Области применения и особенности этих схем.
9. Требования к порошкам для плазменной наплавки.
10. Сущность процесса лазерного легирования, его особенности и назначение.
11. Коэффициент перемешивания и его значения при легировании и наплавке.
12. Сущность процесса лазерной наплавки. Наплавочные материалы.
13. Две схемы порошковой лазерной наплавки. Коэффициент использования порошка.
14. Проблемы, возникающие при лазерной наплавке и пути их решения.
15. Схема лазерной наплавки фаски клапана. Назначение, особенности и достоинства процесса.
16. Схемы базирования и установки клапана на операции лазерной наплавки фаски.
17. Технологический маршрут лазерной наплавки фаски клапана.
18. Технологические режимы лазерной наплавки.
19. Методика проектирования технологических процессов нанесения покрытий.

Технология ИПА

1. Влияние ХТО на точность изготовления деталей машин. Изменение точности изготовления зубчатого венца в процессе обработки.
2. ИПА. Особенности, назначение, основные преимущества перед другими методами ХТО.
3. Этапы процесса ИПА (перечислить все этапы)
4. Этапы «Подготовка деталей к процессу ИПА» и «Загрузка деталей в установку». Назначение, особенности, оснастка.
5. Процесс формирования азотированного слоя при ИПА. Технологические режимы обработки. Особенности этого этапа.
6. Физическая сущность процесса ИПА.
7. Основные факторы, определяющие эффективность процесса ИПА.
8. Новые технологические процессы изготовления зубчатых колес.

Технологии сварки с помощью методов ЭФХО

1. Особенности и достоинства процесса лазерной сварки.
2. Три группы режимов лазерной сварки и области их применения.
3. Точечная лазерная сварка, ее особенности и область применения.
4. Назначение и основные параметры шовной импульсной лазерной сварки деталей. Формула для определения скорости сварки.
5. Схема формирования сварочной ванны при лазерной сварке с глубоким проплавлением.
6. Особенности лазерной сварки встык.
7. Особенности лазерной сварки внахлестку.

8. Назначение змейковых сепараторов в конструкции радиальных шарикоподшипников.
9. Три традиционных способа соединения полусепараторов, их особенности и недостатки.
10. Схема лазерной сварки полусепараторов шарикоподшипников, оборудование и оснастка.
11. Преимущества и область применения лазерной сварки полусепараторов.
12. Особенности, область применения и преимущества электронно-лучевой сварки (ЭЛС).
13. Основные характеристики процесса ЭЛО.
14. Влияние плотности мощности электронного луча на характер проплавления.
15. Требования к элементам сварных конструкций.
16. Схемы ЭЛС элементов подшипника скольжения и их анализ.
17. Технологический маршрут изготовления подшипника скольжения.
18. Режимы ЭЛС подшипника и расчет штучного времени операции.
19. Состав энергетического и электромеханического комплекса установки для ЭЛС.
20. Назначение карданной передачи автомобиля. Особенности конструкции карданного вала.
21. Основные методы получения неподвижных и неразъемных соединений.
22. Преимущества при использовании технологии лазерной сварки элементов карданного вала.
23. Различные методы сварки элементов карданного вала. Выбор оптимального метода сварки и его обоснование.
24. Влияние остаточных деформаций на ресурс работы карданной передачи.
25. Влияние характеристик процесса лазерной сварки на геометрию сварного шва.
26. Вспомогательные операции перед процессом лазерной сварки элементов карданного вала и их назначение.
27. Влияние формы импульса на продольное сечение сварного шва при импульсной лазерной сварке элементов карданного вала. **Технологии лазерной резки**

1.Критерии для выбора рационального способа резки
2.Разновидности лазерной резки. Лазерно – кислородная резка
3.Разновидности лазерной резки. Кислородная резка с поддержкой лазерным лучом (LASOX)
4.Разновидности лазерной резки. Лазерная резка в инертном газе
5.Зависимости для определения скорости резки, максимальной глубины реза, количество импульсов и шероховатости поверхности при резке импульсным лазерным излучением
6.Особенности резка непрерывным лазерным излучением
7.Физика процесса резания лазерным излучением
8.Характеристики качества реза при лазерной резке
9.Особенности CO_2-лазеров, применяющихся при лазерной резке
10.Особенности Nd :YAG-лазеров, применяющихся при лазерной резке
11.Особенности волоконных лазеров, применяющихся при лазерной резке
12.Сравнение CO_2-лазера, волоконного лазера и YAG-лазера
13.Параметры оптической системы лазера
14.Преимущества резки лазером по сравнению с традиционными методами раскроя металла
15.Основные технологические параметры лазерной резки и их влияние на ширину реза, качество резки, зону термического влияния и другие характеристики процесса
16.Общие рекомендации по качественной лазерной резке материалов
17.Расход и давление газа при лазерной резке их зависимость от различных технологических факторов
18.Газы, используемые при лазерной резке различных материалов.

19.Различные устройства, которые могут применяться при загрузке лазерных раскройных комплексов

20.Принцип работы системы автоматической смены паллет лазерных раскройных комплексов

21.Принцип работы вакуумного загрузочного устройства

22.Вредные производственные факторы, сопутствующие работе на лазерных установках

ГАР

1. Преимущества и недостатки ГАР
2. Особенности резки деталей струей жидкости. Физическая суть процессов гидрорезки и гидроабразивной резки
3. Области применения гидрорезки и ГАР. От чего зависит скорость процесса эрозии.
4. Компоновка установки для ГАР и назначение отдельных узлов
5. Устройства для создания высокого давления в гидроустановках, принцип их действия и технические характеристики
6. Мультипликаторные насосы, принцип их работы. Преимущества и недостатки.
7. Насос высокого давления. Основные преимущества и недостатки
8. Классификация режущих головок по способу введения в жидкость абразивных частиц

Области применения

9. Эжекционная режущая головка. Конструкция, принцип работы и характеристики
10. Инжекционная режущая головка. Конструкция, принцип работы и характеристики
11. Системы подачи абразива в режущую головку
12. Качество и точность обработки при ГАР. Три типа реза и их характеристики. Формы реза при гидроабразивной резке
13. Зона чистого реза, остаточная поверхность и их характеристики
14. Оценка качества реза в соответствии с Европейскими нормами и стандартами (ISO 9001.2000)
15. Особенности технологии ГАР
16. Режимы обработки различных материалов
17. Основные факторами и выходные процессы гидроабразивной резки.
18. Влияние давления на выходные параметры процесса
19. Влияние расхода абразивного материала на выходные параметры процесса
20. Влияние скорости резки на выходные параметры процесса
21. Влияние диаметра внутреннего отверстия сопла на выходные параметры процесса
22. Влияние рабочей дистанции режущей головки на выходные параметры процесса