Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 16.09.2025 17:21:41
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735885bc44

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/
« 27 » февраля 2025г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электрофизические и электрохимические технологии в машиностроении»

Направление подготовки
15.04.01 «Машиностроение»

Образовательная программа (профиль подготовки)
«Комплексные высокоэффективные технологии машиностроения»

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

Доцент кафедры «Технологии и оборудование машиностроения», к.т.н. /Б.Л. Овсянников /

Согласовано:
Заведующий кафедрой
«Технология и оборудование машиностроения», доцент, к.т.н. /А.В. Александров /

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 5
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 5
3.2. Тематический план изучения дисциплины 6
3.3. Содержание дисциплины 6
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 7
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 8
4.1. Нормативные документы и ГОСТы 8
4.2. Основная литература 8
4.3. Дополнительная литература 8
4.4. Электронные образовательные ресурсы 8
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 9
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 9
5. Материально-техническое обеспечение 10
6. Методические рекомендации 10
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 11
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
7. Фонд оценочных средств ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 12
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 16
7.3. Оценочные средства 17
Приложение 1 Структура и содержание дисциплины 18

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Электрофизические и электрохимические технологии в машиностроении» относятся:

– формирование знаний и навыков проектирования высокоэффективных технологических процессов электроэрозионной (ЭЭО) и электрохимической (ЭХО) обработки изделий машиностроения, обеспечивающих заданный объем выпуска и высокое качество продукции при минимальных удельных ресурсозатратах**;**

– формирование знаний и навыков управления процессами разработки и освоения новой продукции и наукоемких технологий, основанных на физико-химических явлениях электрической эрозии металлов и сплавов (ЭЭО) и высокоскоростного анодного растворения их в условиях электролиза (ЭХО).

Задачи дисциплины:

– освоение методологии определения области эффективного применения электрофизических и электрохимических технологий, повышения их конкурентоспособности среди альтернативных технологий, определения их роли и места в общем технологическом процессе изготовления машиностроительной продукции;

– формирование умений и навыков по обоснованному выбору или разработке высокоэффективных средств технологического оснащения для операций ЭЭО и ЭХО;

– освоение методики выбора или расчета параметров режима обработки изделий на операциях ЭХО и ЭЭО выполнением работ по нормированию удельных ресурсозатрат

Обучение дисциплине по профилю «Комплексные высокоэффективные технологии машиностроения» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ПК-4 Разработка технологических процессов изготовления машиностроительных изделий высокой сложности серийного (массового) производства.	**ИПК-4.1:** Правила выбора технологического процесса – аналога изготовления изделий высокой сложности серийного (массового) производства **ИПК-4.2:** Определять технологические возможности средств технологического оснащения для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий высокой сложности серийного (массового) производства **ИПК-4.3:** Выбор средств технологического оснащения для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий высокой сложности серийного (массового) производства.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «**Электрофизические и электрохимические технологии в машиностроении**» относится к числу учебных дисциплин, формируемых участниками образовательных отношений.

Данная дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части (Б1.1):

- «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении»;
- «Стандартизация, унификация и управление качеством»;

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

- «Технология и автоматизация производства»;
- «Комплексные технологические процессы»;
- «Инновационные технологии машиностроения».

В элективных дисциплинах:

- «Технологическая оснастка многономенклатурных производств».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часов). Изучается в 4 семестре обучения. Форма промежуточной аттестации -**зачёт**.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
				4 семестр
1	**Аудиторные занятия**	**32**		32
	В том числе:			
1.1	Лекции	16		16
1.2	Семинарские/практические занятия	16		16
1.3	Лабораторные занятия	–		–
2	**Самостоятельная работа**	**112**		112
	В том числе:			
2.1	Самостоятельное изучение тер. матер.			40
2.2	Решение задач			30
2.3	Работа в компьютерном классе			42
3	**Промежуточная аттестация**			
3.1	Зачет/диф. зачет/экзамен			зачет
	Итого	**144**		**144**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

**Полностью тематический план размещён в приложении 1 к рабочей программе.*

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Тема 1. Основные понятия и определения курса.		4	4			32
2	Тема 2 Метод и технологии электроэрозионной обработки – Физико-химические основы электроэрозионной обработки; – Технологические основы электроэрозионной обработки; – Средства технологического оснащения и методики их проектирования.		6	6			40
	Тема 3 Метод и технологии электрохимической размерной обработки – Физико-химические основы электрохимической обработки; – Технологические основы электрохимической обработки; – Средства технологического оснащения и методики их проектирования.		6	6			40
	Итого за семестр		**16**	**16**			**112**

3.3 Содержание дисциплины

3.3.1. Основные понятия и определения курса

История создания ЭЭО и ЭХО, основоположники электрофизических и электрохимических методов и технологий, роль отечественных ученых в развитии технологий. Основные этапы развития ЭФЭХМО, современное состояние технологий ЭЭО и ЭХО и перспективы их развития. Мировой рынок оборудования и основные производители оборудования.

Явление электрической эрозии токопроводящих материалов, процесс низковольтного электрического разряда в жидкой диэлектрической среде, метод и способы электроэрозионной обработки, технологические операции ЭЭО и их характеристика.

Электрохимическая система (ячейка, гальванический элемент), анодные и катодные электродные процессы, высокоскоростное анодное растворение металлов и сплавов, метод и способы ЭХО, технологические операции ЭХО и их характеристика.

3.3.2. Метод и технологии электроэрозионной обработки

Физико-химические основы электроэрозионной обработки: низковольтный электрический разряд в жидкой диэлектрической среде, тепловые процессы в зоне разряда, удаление металла с поверхности электродов и образование единичной лунки, суперпозиция лунок и формирование припуска, гидромеханические процессы в МЭП и эвакуация продуктов разряда из зоны обработки, термомеханические и термохимические процессы.

Технологические основы электроэрозионной обработки: технологические операции ЭЭО, технологические характеристики операций ЭЭО (производительность, точность, качество поверхностного слоя). Методика проектирования операций ЭЭО, нормирование операций.

Средства технологического оснащения и методики их проектирования: технологическое оборудование, оснастка и инструмент - особенности проектирования и эксплуатации. Область эффективного применения технологий ЭЭО. Особенности технико-экономических расчетов операций ЭЭО.

3.3.3. Метод и технологии электрохимической размерной обработки

Физико-химические основы электрохимической обработки: Электрические процессы в электролизере, электрохимические процессы при электролизе, тепловые и гидродинамические процессы. Законы Ома и Фарадея для межэлектродного промежутка (МЭП). Электрохимический эквивалент и выход по току. Массовая, объемная и линейная скорость электрохимического растворения металлов. Понятие об электродном потенциале: поляризация электрода и перенапряжение реакции. Основные сведения о кинетике электродных процессов.

Технологические основы электрохимической обработки: технологические операции ЭХО, технологические характеристики операций ЭХО (производительность, точность, качество поверхностного слоя), Методика проектирования операций ЭХО, нормирование операций.

Средства технологического оснащения и методики их проектирования: технологическое оборудование, оснастка и инструмент - особенности проектирования и эксплуатации. Область эффективного применения технологий ЭХО. Особенности технико-экономических расчетов операций ЭХО.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Тематика семинарских/практических занятий

1. Обсуждение процессов при искровом разряде, расчёт параметров единичной лунки.
2. Суперпозиция единичных лунок при ЭЭО, расчёт шероховатости.
3. Суперпозиция единичных лунок при ЭЭО, расчёт глубины изменённого слоя, формирование припуска.
4. Режим ЭЭО, расчёт параметров единичного разряда, переход к средним значениям.
5. Производительность при различных схемах реализации ЭЭО, расчёт скорости резания.
6. Проектирование операции ЭЭО.
7. Копировально-прошивочная ЭЭО (КПЭЭО), износ электрода-инструмента, расчёт износа ЭИ.
8. Расчёт точности операции КПЭЭО, вспомогательные движения ЭИ.
9. Точность и производительность вырезной ЭЭО (ВЭЭО).
10. Выбор электрода-инструмента и расчёт скорости перемотки при ВЭЭО.

11. Массовая, объемная и линейная скорость электрохимического растворения металлов, закон Фарадея.
12. Расчёт скорости обработки при ЭХРО.
13. Проектирование операции ЭХО.
14. Сравнение прошивочных операций ЭЭО и ЭХРО, обоснование выбора.

3.4.2. Лабораторные занятия
Учебным планом не предусмотрено

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)
Учебным планом не предусмотрено

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение
4.1 Нормативные документы и ГОСТы
Не используются

4.2 Основная литература
1. Физико-химические методы и технологии обработки: учебное пособие / Б.П. Саушкин, Ю.А. Моргунов, Н.В. Хомякова; под ред. Б.В. Шандрова. – М.: Московский Политех, 2018. – 108 с.

4.3 Дополнительная литература
1. Электроэрозионная обработка изделий авиационно-космической техники/ Ю.С.Елисеев, Б.П.Саушкин; под ред. Б.П.Саушкина. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010.− 437 с.
2. Электрохимическая обработка изделий авиационно-космической техники/ В.И. Ломаев, Ю.А. Моргунов, Б.П.Саушкин, Г.Б.Саушкин; под ред. Б.П.Саушкина.− М.: ФОРУМ, 2013. – 480 с.
3. 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.: ФОРУМ, 2013. – 928 с. ил. (Высшее образование)
4. Маталин А.А Технология машиностроения: учебник / А. А. Маталин. – 2-е изд., испр. – СПб. и др.: Лань. - 2008. - 512 с.

Методические указания для проведения практических работ:
1. Физико-химические методы и технологии обработки: практикум/ сост.: Б.П. Саушкин, Ю.А. Моргунов, Н.В. Хомякова. - Москва: Московский Политех, 2018. – 44с.

4.3.1 Интернет – ресурсы
4.4 Электронные образовательные ресурсы
Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка
Электрофизические и электрохимические технологии в машиностроении	https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=7895

Разработанный ЭОР включают тренировочные и итоговые тесты.

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение
Отсутствует

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Перечень ресурсов сети Интернет, доступных для освоения дисциплины:

	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
	Stack Overflow	https://stackoverflow.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
	Информационные ресурсы Сети Консультант-Плюс	http:// www.consultant.ru	Доступно
	БД полных текстов национальных стандартов (ГОСТ, СНиП, РД, РДС и др.) «Техэксперт»	http://www.kodeks.ru	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
	ЭБС «ЛАНЬ». Коллекция «Инженерно-технические науки»	http://e.lanbook.com	Доступна в сети Интернет без ограничений
	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
	ЭБС «Университетская библиотека онлайн	www.biblioclub.ru	Доступна в сети Интернет без ограничений
	ЭБС «ZNANIUM.COM»	www.znanium.com	Доступна в сети Интернет без ограничений
	ЭБС «ЮРАЙТ»	www.biblio-online.ru	Доступна в сети Интернет без ограничений

	«Библиотека. Электронные ресурсы»	http://lib.mospolytech.ru/lib/comntent/elektronnyy-katalog	Доступна в сети Интернет без ограничений
	«Библиотека. Электронно-библиотечные системы»	http://lib.mospolytech.ru/lib/ebs	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно
	База данных «Knovel»	http://www.knovel.com	Доступно
	Реферативная наукометрическая электронная база данных «Scopus»	http://www/scopus.com	Доступно

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, установки для электрохимической обработки, металлорежущие станки для изготовления лабораторных образцов, инструмента и оснастки, средства автоматизации производства, контрольно-измерительные приборы и пр. Кроме этого, для проведения практических занятий можно использовать производственные мощности Центра проектной деятельности.

6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины «Схемотехника электронных систем управления» 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.

Образовательные технологии

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой «ТиОМ» электронных образовательных ресурсов (ЭОР) (см. п.4.4).

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

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 (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

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

6.1.9. При подготовке **к семинарскому занятию** 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 семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

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

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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

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

6.2.3. 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.

7. Фонд оценочных средств

В процессе обучения в течение семестра используются оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций. Применяются следующие оценочные средства: тест, реферат, семинары/практические работы, зачет.

Обучение по дисциплине «Комплексные высокоэффективные технологии машиностроения» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-4 Разработка технологических процессов изготовления машиностроительных изделий высокой сложности серийного (массового) производства.	**ИПК-4.1:** Правила выбора технологического процесса – аналога изготовления изделий высокой сложности серийного (массового) производства **ИПК-4.2:** Определять технологические возможности средств технологического оснащения для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий высокой сложности серийного (массового) производства **ИПК-4.3:** Выбор средств технологического оснащения для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий высокой сложности серийного (массового) производства.

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Проведение тестирования

1. Основной механизм разрушения электродов при искровом разряде?			*МС*
		Балл по умолчанию:	1
		Случайный порядок ответов	Да
		Нумеровать варианты ответов?	a
		Штраф за каждую неправильную попытку:	33.3
		ID-номер:	
#	**Ответы**	**Отзыв**	**Оценка**

1. Основной механизм разрушения электродов при искровом разряде?			*МС*
		Балл по умолчанию:	1
		Случайный порядок ответов	Да
		Нумеровать варианты ответов?	a
		Штраф за каждую неправильную попытку:	33.3
		ID-номер:	
#	**Ответы**	**Отзыв**	**Оценка**
A.	механическое разрушение под действием ударных волн		0
B.	электромагнитное воздействие, возникающее в следствие протекания тока		0
C.	гидродинамическое воздействие в жидкой диэлектрической среде		0
D.	тепловой механизм – плавление и испарение		100
E.			
	Общий отзыв к вопросу:		
	Для любого правильного ответа:	Ваш ответ верный.	
	Для любого неправильного ответа:	Ваш ответ неправильный.	
	Подсказка 1:		
	Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):	Нет	
	Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):	Нет	
	Теги:		
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (МС/МА)			

При каких условиях возникает пробой МЭП при ЭЭО?			*МС*
		Балл по умолчанию:	1
		Случайный порядок ответов	Да
		Нумеровать варианты ответов?	a
		Штраф за каждую неправильную попытку:	33.3
		ID-номер:	
#	**Ответы**	**Отзыв**	**Оценка**

При каких условиях возникает пробой МЭП при ЭЭО?			*МС*
		Балл по умолчанию:	1
		Случайный порядок ответов	Да
		Нумеровать варианты ответов?	a
		Штраф за каждую неправильную попытку:	33.3
		ID-номер:	
#	**Ответы**	**Отзыв**	**Оценка**
A.	если напряжение на промежутке больше некоторой заданной величины,		0
B.	если расстояние между электродами меньше некоторой заданной величины		0
C.	если электрическое сопротивление диэлектрической среды больше некоторой заданной величины,		0
D.	если напряжённость электрического поля в МЭП больше электрической прочности диэлектрической среды		100
E.			0
	Общий отзыв к вопросу:		
	Для любого правильного ответа:	Ваш ответ верный.	
	Для любого неправильного ответа:	Ваш ответ неправильный.	
	Подсказка 1:		
	Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):	Нет	
	Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):	Нет	
	Теги:		
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (МС/МА)			

Как зависит скорость электрохимического формообразования от величины МЭП			*МС*
		Балл по умолчанию:	1
		Случайный порядок ответов	Да
		Нумеровать варианты ответов?	a
		Штраф за каждую неправильную попытку:	33.3
		ID-номер:	
#	**Ответы**	**Отзыв**	**Оценка**

Как зависит скорость электрохимического формообразования от величины МЭП			*MC*
		Балл по умолчанию:	1
		Случайный порядок ответов	Да
		Нумеровать варианты ответов?	a
		Штраф за каждую неправильную попытку:	33.3
		ID-номер:	
#	**Ответы**	**Отзыв**	**Оценка**
A.	не зависит		0
B.	возрастает с уменьшением МЭП по гиперболическому закону		100
C.	возрастает с уменьшением МЭП по экспоненциальному закону		0
D.	возрастает с уменьшением МЭП по гиперболическому закону		0
E.			0
	Общий отзыв к вопросу:		
	Для любого правильного ответа:	Ваш ответ верный.	
	Для любого неправильного ответа:	Ваш ответ неправильный.	
	Подсказка 1:		
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)			

4. Каким основным свойством должна обладать жидкая диэлектрическая среда при ЭЭО?			*MC*
		Балл по умолчанию:	1
		Случайный порядок ответов	Да
		Нумеровать варианты ответов?	a
		Штраф за каждую неправильную попытку:	33.3
		ID-номер:	
#	**Ответы**	**Отзыв**	**Оценка**

4. Каким основным свойством должна обладать жидкая диэлектрическая среда при ЭЭО?			*МС*
		Балл по умолчанию:	1
		Случайный порядок ответов	Да
		Нумеровать варианты ответов?	a
		Штраф за каждую неправильную попытку:	33.3
		ID-номер:	
#	**Ответы**	**Отзыв**	**Оценка**
A.	высокое электрическое удельное сопротивление		0
B.	низкая вязкость		0
C.	высокая электрическая прочность		100
D.	хорошая смачиваемость		0
	Общий отзыв к вопросу:		
	Для любого правильного ответа:	Ваш ответ верный.	
	Для любого неправильного ответа:	Ваш ответ неправильный.	
	Подсказка 1:		
	Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):	Нет	
	Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):	Нет	
	Теги:		
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (МС/МА)			

7.2Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: зачет

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение и защита студентом практических работ, предусмотренных рабочей программой и прохождение всех промежуточных тестов не ниже, чем на 70% правильных ответов. Промежуточные тестирования могут проводится как в аудитории Университета под контролем преподавателя, так и дистанционном формате на усмотрение преподавателя.

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенных в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допуще-

	ны незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Незачтено	Не выполнены обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины ИЛИ студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенных 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

Текущий контроль выполняется с применением Банка тестовых вопросов (частично). Примеры тестов представлены ниже.

Для подготовки к тестированию в разделе 3.7.1.1 приведён перечень контрольных вопросов. Результаты текущего контроля успешно засчитываются, если при тестировании набрано не менее 75 баллов из 100 возможных.

Банк тестовых вопросов содержит 50 вопросов с набором ответов.

1. Классификационная схема методов ЭФЭХМО и методы КПЭ.
2. Определение КПЭ, виды КПЭ, основные составные части источников КПЭ.
3. Воздействие КПЭ на материал, области применения технологий КПЭ.
4. Мощность потока и удельный поток - определение, ППМ.
5. Плотность потока частиц. Формула связи плотности частиц и скорости потока с его плотностью.
6. Виды распределения ППМ по поверхности материала.
7. Формула нормального распределения. Коэффициент сосредоточенности
8. История изобретения ЭЭО.
9. Условия возникновения в МЭП электрического разряда.
10. Стадии искрового электрического разряда при ЭЭО.
11. Эффект полярности при ЭЭО.
12. Режим генератора импульсов при ЭЭО, и его параметры.
13. Коэффициент использования импульсов при ЭЭО.
14. Роль жидкой диэлектрической среды (ЖДС) при ЭЭО.
15. Основные характеристики процесса ЭЭО.
16. Энергетический баланс импульсного воздействия при ЭЭО.
17. Тепловое действие искрового разряда, фазовые переходы в материалах электродов при ЭЭО.
18. Качество поверхностного слоя после ЭЭО
19. Рельеф и параметры шероховатости поверхности электродов при ЭЭО.
20. Технологические возможности ЭЭО.
21. Недостатки процесса ЭЭО.
22. Электроэрозионное резание электродом-проволокой (ВЭЭО).
23. Основные характеристики ВЭЭО, эквидистантный рез.

24. Возможности и области применения ВЭЭО.
25. Копировально-прошивочная ЭЭ обработка, характеристики и области применения.
26. Точность КПЭЭО.
27. Проблема износа ЭИ при КПЭЭО.
28. Вспомогательные движения ЭИ при КПЭЭО
29. Определение электрохимической обработки (ЭХО)
30. Электрический ток в электролитах, электроды ЭХ ячейки.
31. Определение электролита и электролитической диссоциации.
32. Сильные и слабые электролиты, степень диссоциации.
33. Процессы окисления и восстановления химических веществ на электродах.
34. Катодные процессы, электрохимический ряд напряжений.
35. Сущность процесса ЭХО. Виды ЭХО.
36. Электродные процессы, химические реакции на электродах и в растворе при ЭХО.
37. Сущность процессов гальваностегии и гальванопластики, области применения и выполняемые функции.
38. Области применения гальваностегии и гальванопластики.
39. Распределение потенциала в МЭП, Эквивалентная схема МЭП.
40. Величина тока, протекающего через МЭП.
41. Линейная скорость растворения электродов при ЭХО.
42. Явление пассивации электродов при ЭХО, его влияние на процесс обработки, пути преодоления пассивации.
43. Зависимости основных выходных показателей процесса ЭХРО от режимов обработки и свойств электролита.
44. Виды электрохимической размерной обработки.
45. Области применения ЭХРО
46. Достоинства и недостатки ЭХО.
47. Сущность, разновидности и области применения электрохимического травления (ЭХТ).
48. Сущность, разновидности и области применения электрохимического полирования (ЭХП).
49. Этапы развития ЭХРО за рубежом в СССР и в России?
50. Современные показатели точности и шероховатости поверхности при ЭХРО.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация в 4 семестре в форме зачёта

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

Регламент проведения зачета:

1. В билет включается (3) вопроса из разных разделов дисциплины и (одно, два) практических задания

2. Перечень вопросов содержит 93 вопроса по изученным на лекционных и практических занятиях в обоих семестрах темам (прилагается).

3. Время на подготовку письменных ответов - до 40 мин, устное собеседование - до 10 минут.

4. Проведение аттестации (экзамена) 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"

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «**Электрофизические и электрохимические технологии в машиностроении»**
по направлению подготовки **15.04.01 "Машиностроение"**
профиль **«Комплексные высокоэффективные технологии машиностроения»**

№ п/п	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Рефр.	К/р	Э	З
1.	**Раздел1. Основные понятия и определения курса** **Л.1. Введение: Основные понятия и определения курса.** История создания ЭЭО и ЭХО. Основные этапы развития, современное состояние технологий и перспективы их развития. Явление электрической эрозии. Анодные и катодные электродные процессы, высокоскоростное анодное растворение металлов и сплавов.	2	1-3	6			8								
2.	**Разд.2. Метод и технологии электроэрозионной обработки.** **Л.2. Физико-химические основы электроэрозионной обработки**: низковольтный электрический разряд в жидкой диэлектрической среде, тепловые процессы в зоне разряда, удаление металла с поверхности электродов и образование единичной лунки, суперпозиция лунок и формирование припуска, гидромеханические процессы	2	4-10	6	2		14					РФ1			

	в МЭП и эвакуация продуктов разряда из зоны обработки, термомеханические и термохимические процессы. **Л.3.Технологические основы электроэрозионной обработки**: технологические операции ЭЭО, технологические характеристики операций ЭЭО (производительность, точность, качество поверхностного слоя), технологическое оборудование, оснастка и инструмент - особенности проектирования и эксплуатации. Методика проектирования операций ЭЭО, нормирование операций. Область эффективного применения технологий ЭЭО. Особенности технико-экономических расчетов операций ЭЭО. **Л.4. Средства технологического оснащения и методики их проектирования.** Технологическое оборудование, оснастка и инструмент - особенности проектирования и эксплуатации. Область эффективного применения технологий ЭЭО.														
3.	**Разд.3. Метод и технологии электрохимической размерной обработки.** **Л.5. Физико-химические основы электрохимической обработки**: Электрические процессы в электролизере, электрохимические процессы при электролизе, тепловые и гидродинамические процессы. Законы Ома и Фарадея для межэлектродного промежутка (МЭП). Электрохимический эквивалент и выход по току. Массовая, объемная и линейная скорость электрохимического растворения металлов. Понятие об электродном	2	11-13	4			14					РФ2			

	потенциале: поляризация электрода и перенапряжение реакции. Основные сведения о кинетике электродных процессов. **Л.6. Технологические основы электрохимической обработки**: технологические операции ЭХО, технологические характеристики операций ЭХО (производительность, точность, качество поверхностного слоя), технологическое оборудование, оснастка и инструмент - особенности проектирования и эксплуатации. Методика проектирования операций ЭХО, нормирование операций. Область эффективного применения технологий ЭХО. Особенности технико-экономических расчетов операций ЭХО. **Л.7. Средства технологического оснащения и методики их проектирования.** Технологическое оборудование, оснастка и инструмент - особенности проектирования и эксплуатации. Область эффективного применения технологий ЭХРО.														
4	Практическая работа №1 «Изучение средств технологического оснащения операций ЭЭРО и методов расчета параметров режима»	2	14-16		8		18				РГР1				
5.	Практическая работа №2 «Изучение средств технологического оснащения операций ЭХРО и методов расчета параметров режима»	2	17-18		6		18				РГР2				
	Форма аттестации														**З**
	Всего часов по дисциплине			**16**	**16**		**112**				**+**	**+**			+