

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 21.10.2023 13:00:20

Уникальный идентификатор документа:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения

_____ / **Е. В. Сафонов** /

« *JK* » _____ 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физические основы КПЭ»

Направление подготовки

15.03.01 «Машиностроение»

Профиль подготовки

«Машины и технологии высокоэффективных процессов обработки»

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Москва 2021

1. Цели освоения дисциплины

Цель – дать студентам знания по теоретическим и физическим основам методов генерации концентрированных потоков энергии и их использования для выполнения технологических операций обработки материалов.

Задачи дисциплины:

- дать основные понятия и определения КПЭ, показать основные принципы использования КПЭ в технологии;
- раскрыть физическую сущность процессов генерации и использования КПЭ различной природы.
- дать характеристику различных типов источников концентрированных потоков энергии;
- показать принципы действия и конструкции различных источников КПЭ.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата в профессиональном цикле (вариативная часть)

Дисциплина относится к вариативной части цикла профессиональных дисциплин. Данная дисциплина базируется на знаниях, полученных студентами при освоении предшествующих дисциплин: «Физика в производственных и технологических процессах», «Материаловедение (вкл. наноматериалы:получение и свойства)».

Данная дисциплина изучается после изучения студентами с дисциплины «Теоретические основы физико-химической обработки». Эти дисциплины являются взаимодополняющими.

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для следующих дисциплин: «Технологические основы физико-химической обработки материалов», «Элионные и лазерные технологии», «САПР технологических процессов обработки», «Комплексные процессы обработки деталей».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
------------------------	--	--

ОПК-1	<p>Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные особенности различных видов КПЭ; • общие принципы генерации и формирования КПЭ; • основные положения, определения и понятия электронной оптики, закономерности движения заряженных частиц в электромагнитных полях; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проводить оценочный расчёт параметров электронного луча, генерируемого электроннолучевой установкой; • оценивать необходимую степень вакуума электроннолучевой установки; • проводить оценку характеристик оптических резонаторов ОКГ; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основными методами, расчёта параметров КПЭ и установок для их генерации;
ПК-1	<p>Способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки.</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основы физики плазмы, методы получения плазмы, виды и свойства электрического разряда; • основные принципы генерации направленного электромагнитного излучения в различных диапазонах частот, а так же его свойства и способы фокусировки; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • осуществлять выбор типа и параметров ОКГ для реализации конкретных технологических процессов; • проводить анализ и сопоставление характеристик и возможностей существующих схем генерации импульсов электроэрозионных установок. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • целостной системой знаний о концентрированных потоках энергии, применяемых в технологии обработки материалов,

		способах их генерации, проводки и фокусировки;
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины (приложение 1) составляет **4** зачетных единиц (**144** академических часа). Дисциплина читается в **3** и **4** семестрах: в **3** семестре – **18** часов лекций и **18** часов практических занятий, в **4** семестре – **18** часов лекций, **18** часов практических занятий, всего **72** часа самостоятельной работы, форма аттестации – зачёт (**3**).

3 семестр

4.1 Основные понятия и определения курса.

Основные принципы обработки материалов с помощью концентрированных потоков энергии (КПЭ). Виды и характеристики КПЭ, применяемые в технологии обработки материалов. Постановка задачи генерации КПЭ.

4.2 Физические основы генерации концентрированных электронных и ионных потоков.

Виды и характеристики заряженных частиц. Обзор применений электронных и ионных потоков в технологии. Основные характеристики и способы описания электрических и магнитных полей. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Основы электронной и ионной оптики. Основные способы получения электронных потоков. Виды электронной эмиссии. Получение ионных потоков. Электроннолучевые и ионные установки.

4.3 Основы вакуумной техники.

Вакуум его свойства и применение в технике и технологии. Краткая история развития вакуумной техники. Физика вакуума. Измерение давлений и газовых потоков. Способы получения вакуума. Конструкции вакуумных систем.

4 семестр

4.4 Элементы физики плазмы и плазменных технологий.

Физические явления в газах. Идеальные реальные газы. Физика электрического разряда в газах. Классификация разрядных процессов. Определение плазмы. Движение и взаимодействие частиц в плазме. Излучение плазмы. Основные характеристики плазмы. Плазма тлеющего разряда и её

использование в технологии. Физика дуговых разрядов. Высокочастотные и сверхвысокочастотные разряды, плазмотроны.

4.5 Физика искрового разряда в жидкой диэлектрической среде.

Применение электроискровых разрядов в технологии. Закономерности возникновения электрического разряда в жидких диэлектриках. Электрические характеристики искрового разряда. Параметры плазмы искрового разряда. Баланс энергии искрового разряда. Основные физические явления в канале искрового разряда и на электродах. Взаимодействие плазмы канала разряда с веществом электродов. Генерация искровых разрядов. Электрические схемы генераторов искровых разрядов и их работа. Электрические разряды при микродуговом окислении.

4.6 Лазеры. Лазерное излучение и его применение в технологии.

Обзор закономерностей микромира. Основы физики твёрдого тела. Элементы зонной теории твёрдых тел. Термическое равновесие, и спонтанное и индуцированное излучение микросистем. Лазерные вещества твёрдотельных, жидкостных и газовых лазеров. Частотные диапазоны излучения лазеров различных типов. Свойства и энергетические характеристики лазерного излучения. Фокусировка лазерного излучения.

5. Образовательные технологии

При реализации различных видов занятий предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (в виде деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций, просмотра видеоматериалов по определенным темам, их последующий анализ и обсуждение и пр.) с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках учебного курса предусматриваются: посещения лабораторий и производственных участков МПТУ, экскурсии на ММПП «САЛЮТ», ФГУП «НПО «Техномаш», МПП «Пульсар», а также ежегодные международные специализированные выставки. («ВЦ «Сокольники», «Экспо – Центр»).

В раздел «Самостоятельная работа студентов» включается работа по подготовке к выполнению лабораторных и практических работ, подготовке к их защитах, более углубленное изучение материала по рекомендуемой преподавателем литературе, а также выполнение курсовой работы.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- подготовка и выступление на семинарских занятиях на темы индивидуально для каждого обучающегося;
- решение задач на семинарских занятиях по теме ОКГ (индивидуально для каждого обучающегося);

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-1	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ПК-1	Способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки.

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-1 - Умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.				
Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5

<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные особенности различных видов КПЭ; - общие принципы генерации и формирования КПЭ; - основные положения, определения и понятия электронной оптики, закономерности движения заряженных частиц в электромагнитных полях. 	<p>Обучающийся демонстрирует полное или отсутствие недостаточное соответствие следующих знаний: основных особенностей различных видов КПЭ; общих принципов генерации и формирования КПЭ;</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основных особенностей различных видов КПЭ; общих принципов генерации и формирования КПЭ; обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основных особенностей различных видов КПЭ; общих принципов генерации и формирования КПЭ; основных положений, определений и понятий электронной оптики, закономерностей движения заряженных частиц в электромагнитных полях.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основных особенностей различных видов КПЭ; общих принципов генерации и формирования КПЭ; основных положений, определений и понятий электронной оптики, закономерностей движения заряженных частиц в электромагнитных полях, свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить оценочный расчёт параметров электронного луча, генерируемого электроннолучевой установкой; - оценивать необходимую степень вакуума электроннолучевой установки; - проводить оценку характеристик оптических резонаторов ОКГ. 	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет проводить оценочный расчёт параметров электронного луча, генерируемого электроннолучевой установкой; оценивать необходимую степень вакуума электроннолучевой установки; проводить оценку характеристик оптических резонаторов ОКГ.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: проводить оценочный расчёт параметров электронного луча, генерируемого электроннолучевой установкой; оценивать необходимую степень вакуума электроннолучевой установки; проводить оценку характеристик</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: проводить оценочный расчёт параметров электронного луча, генерируемого электроннолучевой установкой; оценивать необходимую степень вакуума электроннолучевой установки; проводить оценку характеристик</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: проводить оценочный расчёт параметров электронного луча, генерируемого электроннолучевой установкой;</p>

<p>установки; проводить оценку характерист ик оптических резонаторов ОКГ.</p>		<p>оптических резонаторов ОКГ, испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>резонаторов ОКГ. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>оценивать необходимую степень вакуума электроннолу чевой установки; проводить оценку характеристик оптических резонаторов ОКГ. Свободно оперирует приобретенным и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p>владеть: - основными методами, расчёта параметров КПЭ и установок для их генерации;</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет основными методами, расчёта параметров КПЭ и установок для их генерации;</p>	<p>Обучающийся владеет методами и основными методами, расчёта параметров КПЭ и установок для их генерации; в неполном объеме, допускаются значительные ошибки. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>	<p>Обучающийся частично владеет, основными методами, расчёта параметров КПЭ и установок для их генерации. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет основными методами, расчёта параметров КПЭ и установок для их генерации; свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p>ПК-1 - Способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки.</p>				

<p>знать: основы физики плазмы, методы получения плазмы, виды и свойства электрического разряда; основные принципы генерации направленного электромагнитного излучения в различных диапазонах частот, а также его свойства и способы фокусировки.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основ физики плазмы, методов получения плазмы, видов и свойств электрического разряда; основных принципов генерации направленного электромагнитного излучения в различных диапазонах частот, а также его свойств и способов фокусировки.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основ физики плазмы, методов получения плазмы, видов и свойств электрического разряда; основных принципов генерации направленного электромагнитного излучения в различных диапазонах частот, а также его свойств и способов фокусировки. Допускаются значительные ошибки, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основ физики плазмы, методов получения плазмы, видов и свойств электрического разряда; основных принципов генерации направленного электромагнитного излучения в различных диапазонах частот, а также его свойств и способов фокусировки, но допускаются незначительные ошибки, неточности и затруднения.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основ физики плазмы, методов получения плазмы, видов и свойств электрического разряда; основных принципов генерации направленного электромагнитного излучения в различных диапазонах частот, а также его свойств и способов фокусировки. свободно оперирует приобретенным и знаниями.</p>
<p>уметь: осуществлять выбор типа и параметров ОКГ для реализации конкретных технологических процессов; проводить анализ и сопоставление характеристик и возможностей существующих схем</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет осуществлять выбор типа и параметров ОКГ для реализации конкретных технологических процессов; проводить анализ и сопоставление характеристик и возможностей существующих схем генерации импульсов</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: осуществлять выбор типа и параметров ОКГ для реализации конкретных технологических процессов; проводить анализ и сопоставление характеристик и возможностей существующих схем генерации импульсов электроэрозионных установок.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: осуществлять выбор типа и параметров ОКГ для реализации конкретных технологических процессов; проводить анализ и сопоставление характеристик и возможностей существующих схем генерации импульсов электроэрозионных установок.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: осуществлять выбор типа и параметров ОКГ для реализации конкретных технологических процессов; проводить анализ и сопоставление характеристик</p>

генерации импульсов электроэрозионных установок.	электроэрозионных установок.	Допускаются значительные ошибки, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями.	Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	и возможностей существующих схем генерации импульсов электроэрозионных установок. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: целостной системой знаний о концентрированных потоках энергии, применяемых в технологии обработки материалов, способах их генерации, проводки и фокусировки;	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет целостной системой знаний о концентрированных потоках энергии, применяемых в технологии обработки материалов, способах их генерации, проводки и фокусировки.	Обучающийся целостной системой знаний о концентрированных потоках энергии, применяемых в технологии обработки материалов, способах их генерации, проводки и фокусировки; допускаются значительные ошибки. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет целостной системой знаний о концентрированных потоках энергии, применяемых в технологии обработки материалов, способах их генерации, проводки и фокусировки; навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности и затруднения	Обучающийся в полном объеме владеет целостной системой знаний о концентрированных потоках энергии, применяемых в технологии обработки материалов, способах их генерации, проводки и фокусировки, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачёт.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта 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. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено»

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение студентом: выполнение в 3 и 4 семестре заданий на практических занятиях и контрольной работы.

Шкала оценивания	Описание
<i>Отлично</i>	<i>Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. 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.</i>
<i>Хорошо</i>	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: Основных принципов и функций , но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.
<i>Удовлетворительно</i>	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: Основных принципов и функций маркетинга. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей,

	обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.
<i>Неудовлетворительно</i>	Не выполнены обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины, ИЛИ 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.

Фонды оценочных средств представлены в Приложении Г к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Ю.А. Моргунов, Д.В. Панов, Б.П. Саушкин, С.Б. Саушкин,; под редакцией Б.П. Саушкина Научно-технические технологии машиностроительного производства. Физико-химические методы и технологии: учебное пособие – М.: ФОРУМ, 2013 928с.

б) дополнительная литература:

1. Физико-химические методы обработки в производстве газотурбинных двигателей: Учебное пособие / Под ред. Б.П. Саушкина. – М.: Дрофа, 2002.– 656 с.

в) Интернет ресурсы:

1. [http://miel.tusur.ru/files/method/Bitner%20-%20vipe\(practice\).pdf](http://miel.tusur.ru/files/method/Bitner%20-%20vipe(practice).pdf)

Л.Р. Битнер Вакуумная и плазменная электроника. Учебно-методическое пособие. Томск. 2007г. В открытом доступе.

2. <http://www.twirpx.com/file/1635274/>

И.Н. Карманов и др. Оптические квантовые генераторы. Новосибирск, СГГА, 2011г. В открытом доступе.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Лекционные аудитории кафедры «Технология и оборудования машиностроения», оснащенные мультимедийными проекторами для показа

видеофильмов, слайдов, презентаций, компьютерный класс кафедры (АВ1517), лаборатория «Электрофизических методов обработки» (АВ1409) кафедры, оборудованные металлообрабатывающими станками, установками КПЭ (макет станка 40-ЭП-9) со специально изготовленной оснасткой, средствами автоматизации производства, контрольно-измерительными приборами, компьютерной и проектной техникой, стендами и наглядными пособиями. Кроме этого используются производственные мощности малого предприятия «Автотехнология», филиала кафедры «Технология машиностроения» на ММПП «САЛЮТ».

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов.

При самостоятельной работе студентам рекомендуется пользоваться основной и дополнительной рекомендованной литературой, интернет ресурсами, а также материалами лекций и семинаров.

10. Методические рекомендации для преподавателя.

При подготовке к обсуждению тем программы рекомендуется использовать наглядные пособия и компьютерные программы моделирования электрических и тепловых явлений.

ПРИЛОЖЕНИЯ к рабочей программе

- А. Структура и содержание дисциплины.
- Б. Фонд оценочных средств (контрольные вопросы для промежуточной аттестации).
- В. Аннотация рабочей программы дисциплины

Структура и содержание дисциплины «Физические основы КПЭ»
по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение», профиль подготовки
«Машины и технологии высокоэффективных процессов обработки»

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		
<i>3 семестр</i>																
1. Основные понятия и определения курса. Основные принципы обработки материалов с помощью концентрированных потоков энергии (КПЭ). Виды и характеристики КПЭ, применяемые в технологии обработки материалов. Постановка задачи генерации КПЭ.	3	1-2	2	2		4										
2. Физические основы генерации концентрированных электронных и ионных потоков. Виды и характеристики заряженных частиц. Обзор применений электронных и ионных потоков в технологии. Основные характеристики и способы описания электрических и магнитных полей. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Основы электронной и ионной оптики. Основные способы получения электронных потоков. Виды электронной эмиссии. Получение ионных потоков. Электроннолучевые и ионные установки.	3	3-12	10	10		20										
3. Основы вакуумной техники. Вакуум его свойства, применение в технике и технологии. Краткая история развития вакуумной техники.	3	13-18	6	6		12										

Физика вакуума. Измерение давлений и газовых потоков. Способы получения вакуума. Конструкции вакуумных систем.														
Итого за семестр:			18	18		36								+
4 семестр														
4. Элементы физики плазмы и плазменных технологий. Физические явления в газах. Идеальные реальные газы. Физика электрического разряда в газах. Классификация разрядных процессов. Определение плазмы. Движение и взаимодействие частиц в плазме. Излучение плазмы. Основные характеристики плазмы. Плазма тлеющего разряда и её использование в технологии. Физика дуговых разрядов. Высокочастотные и сверхвысокочастотные разряды, плазмотроны.	4	1-8	9	9		12								
5. Лазеры. Лазерное излучение и его применение в технологии. Обзор закономерностей микромира. Основы физики твёрдого тела. Элементы зонной теории твёрдых тел. Термическое равновесие, и спонтанное и индуцированное излучение микросистем. Лазерные вещества твердотельных, жидкостных и газовых лазеров. Частотные диапазоны излучения лазеров различных типов. Свойства и энергетические характеристики лазерного излучения. Фокусировка лазерного излучения.	4	9-15	6	6		12								
6 Физика искрового разряда в жидкой диэлектрической среде. Применение электроискровых разрядов в технологии. Закономерности возникновения электрического разряда в жидких диэлектриках. Электрические характеристики искрового разряда. Параметры плазмы искрового разряда. Баланс энергии искрового разряда. Основные физические явления		16-18	3	3		12								

в канале искрового разряда и на электродах. Взаимодействие плазмы канала разряда с веществом электродов. Генерация искровых разрядов. Электрические схемы генераторов искровых разрядов и их работа. Электрические разряды при микро дуговом оксидировании.													
Итого за семестр:			18	18		36							+
Итого за курс:			36	36		72							

Заведующий кафедрой «Технология и оборудование машиностроения», профессор

А.Н. Васильев

Контрольные вопросы для промежуточных аттестаций студентов по итогам освоения дисциплины: «Физические основы КПЭ»

Раздел 1.

1. Формулировка понятия потока энергии, основные виды потоков и их характеристики.
2. Основные принципы обработки материалов с помощью концентрированных потоков энергии (КПЭ).
3. Виды и характеристики КПЭ, применяемые в технологии обработки материалов.
4. Обзор и сравнительные характеристики основных источников КПЭ и области их применения.

Раздел 2.

5. Основные виды заряженных частиц и их параметры.
6. Основные характеристики электрических и магнитных полей и способы их описания.
7. Явления термоэлектронной и автоэлектронной эмиссии и их использование для получения электронных потоков.
8. Движение заряженных частиц в однородном и неоднородном электрическом поле, единицы измерения энергии.
9. Движение заряженной частицы в центральном электрическом поле другой частицы, характеристики рассеяния частиц.
10. Основные понятия и особенности электронной оптики.
11. Фокусирующие свойства неоднородных электрических полей.
12. Влияние пространственного заряда на движение на движение заряженных частиц. Закон Ленгмюра.
13. Основные параметры электронного луча.
14. Материалы и конструкции катодных узлов электронных пушек.
15. Основные параметры генераторов электронного луча, управление током луча.
16. Принципиальные схемы генераторов электронного луча.
17. Кросовер, наименьший диаметр луча, фокусное пятно.
18. Ход электронного луча в за анодном пространстве.
19. Генераторы электронных лучей большой мощности.
20. Движение заряженных частиц в однородных магнитных полях.
21. Фокусирующее действие неоднородного магнитного поля. Конструкции магнитных линз.
22. Погрешности фокусировки фокусирующих систем ЭЛ установок.
23. Двухполюсные и многополюсные электромагнитные элементы ЭЛ установок.
24. Получение плазменных и ионных потоков для технологических целей.
25. Области применения плазменных и ионных потоков.
26. Основные конструкции ионноплазменных и ионных установок.

Раздел 3

27. Основные понятия о вакууме и давлении.
28. Газовые законы. Понятие о степени вакуума.
29. Вакуум, как идеальная технологическая среда.
30. Сорбционные явления в вакууме.
31. Явления переноса в вакууме.
32. Механические методы получения вакуума.
33. Физико-химические методы получения вакуума.
34. Измерение общих и парциальных давлений в вакууме.
35. Конструкции вакуумных систем.

Раздел 4

36. Физические явления в газах. Идеальные реальные газы.
37. Определения плазмы, электро-нейтральность плазмы, радиус Дебая.
38. Способы получения плазмы. Основные виды электрических разрядов.
39. Взаимодействие частиц в плазме, виды взаимодействия частиц.
40. Понятие о сечении взаимодействия частиц, эффективное сечение взаимодействия частиц в плазме.
41. Длина свободного пробега и частота столкновений частиц плазмы.
42. Образование и гибель заряженных частиц в плазме.
43. Виды и характеристики излучения плазмы.
44. Условия возникновения тлеющего разряда, его характеристики и применения в технологии.
45. Определение и отличительные признаки дугового разряда.
46. Зажигание дуги, виды дуг и их характеристики.
47. Применение дуговых разрядов в технологии.
48. Двух жидкостная модель плазмы.
49. Электропроводность плазмы.
50. Условия перегрева электронов в плазме. Время релаксации.
51. Высокочастотные и сверхвысокочастотные разряды, плазмотроны.

Раздел 5

52. История создания лазеров. Применения лазерного излучения в технологии.
53. Элементы зонной теории твёрдых тел.
54. Движение электронов в кристалле под действием внешней силы.
55. Деление тел на металлы, диэлектрики и полупроводники.
56. Взаимодействие излучения с веществом. Спонтанное и вынужденное излучение.
57. Принцип действия лазера. Диапазоны частот лазерного излучения.
58. Виды лазеров.
59. Лазерные вещества твердотельных лазеров их свойства и характеристики излучения.
60. Лазерные вещества жидкостных лазеров.
61. Лазерные вещества газовых лазеров и их применение в технологии.
62. Молекулярные лазеры. Виды и характеристики CO₂-лазеров.
63. КПД лазеров различного типа.
64. Основные характеристики лазерного излучения (ЛИ).
65. Предельные возможности фокусировки ЛИ.
66. Фокусирующие системы лазерных установок.
67. Способы доставки ЛИ в зону обработки. Перемещение лазерного луча.

Раздел 6

68. Возникновение искрового разряда в вакууме и конденсированных средах.
69. Смирно-лидерная теория пробоя диэлектрической жидкости.
70. ВАХ искрового разряда.
71. Эффект полярности при ЭЭО.
72. Способы генерации искровых разрядов.
73. Базовая схема RC-генератора искровых разрядов. Особенности и основные характеристики.
74. Генерация искровых разрядов с «поджигом».
75. Обзор схем генераторов искровых разрядов.
76. Характеристики лучистой компоненты энергии, выделяющейся на электродах при искровом разряде.
77. Характеристики газокинетической компоненты энергии, выделяющейся на электродах

- при искровом разряде.
78. Характеристики объемной компоненты энергии, выделяющейся на электродах при искровом разряде.
79. Характеристики ионной компоненты энергии, выделяющейся на электродах при искровом разряде.
80. Характеристики факельной компоненты энергии, выделяющейся на электродах при искровом разряде.

Приложение В

Примерные темы самостоятельной работы:

- 1. Расчёт электростатической фокусирующей системы. Определение фокусного расстояния системы и диаметра пятна фокусировки.*
- 2. Расчёт эффективной работы выхода и тока термоэлектронной эмиссии катода ЭЛУ.*
- 3. Расчёт времени пролёта электронов в электронной пушке с учётом и без учёта пространственного заряда.*
- 4. Рассчитать коэффициенты первичной и вторичной ионизации по заданному электронному току катода и длине межэлектродного пространства.*
- 5. Рассчитать потенциал зажигания разряда для заданного газа, давления и длине межэлектродного пространства.*
- 6. Выбрать параметры и провести расчёт фокусирующей одно линзовой системы по заданным параметрам лазерного излучения.*
- 7. Рассчитать параметры импульсов для электроискровой обработки по заданным параметрам шероховатости поверхности.*
- 8. Рассчитать параметры импульсов для электроискровой обработки с трансформаторным выходом по заданным параметрам генератора.*

Аннотация рабочей программы учебной дисциплины

1. Название, назначение, структура, содержание дисциплины

1	Наименование дисциплины по учебному плану	Физические основы КПЭ
2	Направление подготовки	15.03.01 «Машиностроение»
3	Образовательная программа (профиль подготовки)	«Машины и технологии высокоэффективных процессов обработки»
4	Уровень и форма обучения	Бакалавр, очная
5	Семестр обучения	3,4
6	Трудоёмкость по уч. плану (з.е.) Всего зачётных единиц Всего часов, из них: Аудиторные занятия, в том числе: - лекции (Л) - семинары и практические занятия(П/С) - лабораторные работы (ЛР)	4 з. е. 144 часов 72 часов 36 час 36 час, 0
7	Виды самостоятельной работы студентов: курсовой проект (КП), курсовая работа (КР), расчётно-графическая работа (РГР), реферат (РФ).	
8	Формы аттестации: экзамен (Э), зачёт (З), другие	3
9	<p>Основные разделы дисциплины: Физические основы КПЭ.</p> <p>1. Основные принципы обработки материалов с помощью концентрированных потоков энергии (КПЭ). Виды и характеристики КПЭ, применяемые в технологии обработки материалов.</p> <p>2. Физические основы генерации концентрированных электронных и ионных потоков. Обзор применений электронных и ионных потоков в технологии. Основные способы получения электронных потоков. Получение ионных потоков. Электроннолучевые и ионные установки.</p> <p>3. Основы вакуумной техники. Физика вакуума. Способы получения вакуума. Конструкции вакуумных систем.</p> <p>4. Элементы физики плазмы и плазменных технологий. Основные характеристики плазмы. Плазма тлеющего разряда и её использование в технологии. Физика дуговых разрядов. Высокочастотные и сверхвысокочастотные разряды, плазмотроны.</p>	

<p>5. Лазеры. Лазерное излучение и его применение в технологии. Лазерные вещества твёрдотельных, жидкостных и газовых лазеров. Частотные диапазоны излучения лазеров различных типов. Свойства и энергетические характеристики лазерного излучения. Фокусировка лазерного излучения. Физика искрового разряда в жидкой диэлектрической среде.</p> <p>6. Применение электроискровых разрядов в технологии. Основные физические явления в канале искрового разряда и на электродах. Генерация искровых разрядов. Электрические схемы генераторов искровых разрядов и их работа. Электрические разряды при микродуговом оксидировании.</p>

2. Требования к начальной подготовке и результатам освоения дисциплины

1	Требования к уровню подготовки к изучению дисциплины:	«Физика в производственных и технологических процессах», «Материаловедение (вкл. наноматериалы: получение и свойства)».
1.1	Наличие специальных компетенций	Не требуется
1.2	Должен знать	Основы технологии машиностроения. Основные физические законы. Основы физики микромира.
1.3	Должен уметь	
1.4	Должен владеть	
2	Результаты освоения дисциплины	
2.1.	Будут сформированы компетенции в соответствии с ФГОС и учебным планом	ОПК-1, ПК-1
2.2.	Учащийся приобретёт знания и умения:	<p>Основные особенности различных видов КПЭ; общие принципы генерации и формирования КПЭ; основные принципы генерации направленного электромагнитного излучения;</p> <p>Умение проводить анализ и сопоставление характеристик и возможностей существующих схем генерации импульсов</p>

		электроэрозионных установок.
2.3.	Учащийся овладеет навыками:	Расчёта параметров КПЭ и установок для их генерации.

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

Направление подготовки: **15.03.01 «Машиностроение»**
Профиль: **«Машины и технологии высокоэффективных процессов
обработки»**

Форма обучения: **очная**

Кафедра: **«Технология и оборудование машиностроения»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Физические основы концентрированных потоков энергии»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Курсовая работа, (К/Р),
Фонд тестовых заданий, (Т),
Доклад, сообщение, (ДС),
Устный опрос, собеседование, (УО)

Составители:
Доцент, к.т.н. Овсянников Б.Л.

Москва, 2021 год

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

ФГОС ВО 15.03.01 «Машиностроение»				
«Физические основы КПЭ»				
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:				
КОМПЕТЕНЦИИ	Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочног	Степени уровней освоения компетенций
ИН- ФОРМУЛИРОВ- КА ЛЕК				

<p>ОПК -1</p>	<p>Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</p>	<p>знать: основные особенности различных видов КПЭ; общие принципы генерации и формирования КПЭ; основные положения, определения и понятия электронной оптики, закономерности движения заряженных частиц в электромагнитных полях;</p> <p>уметь: проводить оценочный расчёт параметров электронного луча, генерируемого электроннолучевой установкой; оценивать необходимую степень вакуума электроннолучевой установки; проводить оценку характеристик оптических резонаторов ОКГ;</p> <p>владеть: основными методами, расчёта параметров КПЭ и установок для их генерации;</p>	<p>лекция, самостоятельная работа, практические занятия</p>	<p>ДС, УО</p>	<p>Базовый уровень <u>Знает:</u> - основные особенности различных видов КПЭ; - основные принципы генерации КПЭ; основные положения, электронной оптики, закономерности движения заряженных частиц в электромагнитных полях; <u>Может</u> проводить оценочные расчёты параметров электронного луча, оценивать необходимую степень вакуума электроннолучевой установки;</p> <p>Повышенный уровень <u>Знает:</u> - основные особенности различных видов КПЭ; - основные принципы генерации КПЭ; основные положения, электронной оптики, закономерности движения заряженных частиц в электромагнитных полях; <u>Может</u> проводить оценочные</p>
---------------------------------	---	---	---	-------------------	---

ПК-1	<p>Способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки.</p>	<p>знать: основы физики плазмы, методы получения плазмы, виды и свойства электрического разряда; основные принципы генерации направленного электромагнитного излучения в различных диапазонах частот, а так же его свойства и способы фокусировки;</p> <p>уметь: осуществлять выбор типа и параметров ОКГ для реализации конкретных технологических процессов; проводить анализ и сопоставление характеристик и возможностей существующих схем генерации импульсов электроэрозионных установок.</p> <p>владеть: целостной системой знаний о концентрированных потоках энергии, применяемых в технологии обработки материалов, способах их генерации, проводки и фокусировки;</p>	<p>лекция, самостоятельная работа, практические занятия</p>	<p>ДС, УО</p>	<p>Базовый уровень Демонстрирует знания основ физики плазмы, методы получения плазмы, виды и свойства электрического разряда; принципы генерации направленного электромагнитного излучения в различных диапазонах частот, а так же его свойства и способы фокусировки; может осуществлять выбор типа и параметров ОКГ для реализации конкретных технологических процессов; проводить сопоставление характеристик существующих схем генерации импульсов электроэрозионных установок.</p> <p>Повышенный уровень Демонстрирует знания основ физики плазмы, методы получения плазмы, виды и свойства электрического разряда; принципы генерации направленного электромагнитного излучения в различных диапазонах частот, а так же его свойства и способы фокусировки; может осуществлять выбор типа и параметров ОКГ для реализации конкретных технологических процессов; проводить</p>
					23

**Перечень оценочных средств по дисциплине
«Физические основы генерации КПЭ»**

№ 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.	Варианты вопросов по темам

Примеры вопросов для обсуждения и подготовки к зачёту.

Контрольные вопросы для промежуточных аттестаций студентов по итогам освоения дисциплины: «Физические основы КПЭ»

Раздел 1.

81. Формулировка понятия потока энергии, основные виды потоков и их характеристики.
82. Основные принципы обработки материалов с помощью концентрированных потоков энергии (КПЭ).
83. Виды и характеристики КПЭ, применяемые в технологии обработки материалов.
84. Обзор и сравнительные характеристики основных источников КПЭ и области их применения.

Раздел 2.

85. Основные виды заряженных частиц и их параметры.
86. Основные характеристики электрических и магнитных полей и способы их описания.
87. Явления термоэлектронной и автоэлектронной эмиссии и их использование для получения электронных потоков.

88. Движение заряженных частиц в однородном и неоднородном электрическом поле, единицы измерения энергии.
89. Движение заряженной частицы в центральном электрическом поле другой частицы, характеристики рассеяния частиц.
90. Основные понятия и особенности электронной оптики.
91. Фокусирующие свойства неоднородных электрических полей.
92. Влияние пространственного заряда на движение на движение заряженных частиц. Закон Ленгмюра.
93. Основные параметры электронного луча.
94. Материалы и конструкции катодных узлов электронных пушек.
95. Основные параметры генераторов электронного луча, управление током луча.
96. Принципиальные схемы генераторов электронного луча.
97. Кросовер, наименьший диаметр луча, фокусное пятно.
98. Ход электронного луча в заанодном пространстве.
99. Генераторы электронных лучей большой мощности.
100. Движение заряженных частиц в однородных магнитных полях.
101. Фокусирующее действие неоднородного магнитного поля.
Конструкции магнитных линз.
102. Погрешности фокусировки фокусирующих систем ЭЛ установок.
103. Двухполюсные и многополюсные электромагнитные элементы ЭЛ установок.
104. Получение плазменных и ионных потоков для технологических целей.
105. Области применения плазменных и ионных потоков.
106. Основные конструкции ионно-плазменных и ионных установок.

Раздел 3

107. Основные понятия о вакууме и давлении.
108. Газовые законы. Понятие о степени вакуума.
109. Вакуум, как идеальная технологическая среда.
110. Сорбционные явления в вакууме.
111. Явления переноса в вакууме.
112. Механические методы получения вакуума.
113. Физико-химические методы получения вакуума.
114. Измерение общих и парциальных давлений в вакууме.
115. Конструкции вакуумных систем.

Раздел 4

116. Физические явления в газах. Идеальные реальные газы.
117. Определения плазмы, электро-нейтральность плазмы, радиус Дебая.
118. Способы получения плазмы. Основные виды электрических разрядов.
119. Взаимодействие частиц в плазме, виды взаимодействия частиц.
120. Понятие о сечении взаимодействия частиц, эффективное сечение

взаимодействия частиц в плазме.

121. Длина свободного пробега и частота столкновений частиц плазмы.
122. Образование и гибель заряженных частиц в плазме.
123. Виды и характеристики излучения плазмы.
124. Условия возникновения тлеющего разряда, его характеристики и применения в технологии.
125. Определение и отличительные признаки дугового разряда.
126. Зажигание дуги, виды дуг и их характеристики.
127. Применение дуговых разрядов в технологии.
128. Двух жидкостная модель плазмы.
129. Электропроводность плазмы.
130. Условия перегрева электронов в плазме. Время релаксации.
131. Высокочастотные и сверхвысокочастотные разряды, плазмотроны.

Раздел 5

132. История создания лазеров. Применения лазерного излучения в технологии.
133. Элементы зонной теории твёрдых тел.
134. Движение электронов в кристалле под действием внешней силы.
135. Деление тел на металлы, диэлектрики и полупроводники.
136. Взаимодействие излучения с веществом. Спонтанное и вынужденное излучение.
137. Принцип действия лазера. Диапазоны частот лазерного излучения.
138. Виды лазеров.
139. Лазерные вещества твёрдотельных лазеров их свойства и характеристики излучения.
140. Лазерные вещества жидкостных лазеров.
141. Лазерные вещества газовых лазеров и их применение в технологии.
142. Молекулярные лазеры. Виды и характеристики CO₂-лазеров.
143. КПД лазеров различного типа.
144. Основные характеристики лазерного излучения (ЛИ).
145. Предельные возможности фокусировки ЛИ.
146. Фокусирующие системы лазерных установок.
147. Способы доставки ЛИ в зону обработки. Перемещение лазерного луча.

148. Раздел 6

149. Возникновение искрового разряда в вакууме и конденсированных средах.
150. Сримерно-лидерная теория пробоя диэлектрической жидкости.
151. ВАХ искрового разряда.
152. Эффект полярности при ЭЭО.
153. Способы генерации искровых разрядов.
154. Базовая схема RC-генератора искровых разрядов. Особенности и основные характеристики.

155. Генерация искровых разрядов с «поджигом».
156. Обзор схем генераторов искровых разрядов.
157. Характеристики лучистой компоненты энергии, выделяющейся на электродах при искровом разряде.
158. Характеристики газокинетической компоненты энергии, выделяющейся на электродах при искровом разряде.
159. Характеристики объемной компоненты энергии, выделяющейся на электродах при искровом разряде.
160. Характеристики ионной компоненты энергии, выделяющейся на электродах при искровом разряде.
161. Характеристики факельной компоненты энергии, выделяющейся на электродах при искровом разряде.

Примеры зачётных билетов

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

Московский политехнический университет

Направление подготовки:

15.03.01 «Машиностроение»

ОП (профиль): «Машины и технологии высокоэффективных процессов
обработки»

Кафедра «Технологии и оборудование машиностроения»

Дисциплина: «Физические основы концентрированных потоков
энергии»

зачёт, 3 семестр, 20_/20_ уч. год, (группа: _____)

БИЛЕТ № 1

1. Формулировка понятия потока энергии, основные виды потоков и их характеристики.
2. Явления термоэлектронной и автоэлектронной эмиссии и их использование для получения электронных потоков.
3. Длина свободного пробега и частота столкновений частиц плазмы.
4. Виды и характеристики излучения плазмы.

Заведующий кафедрой:

/А.Н. Васильев

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

Московский политехнический университет

Направление подготовки:

15.03.01 «Машиностроение»

ОП (профиль): «Машины и технологии высокоэффективных процессов
обработки»

Кафедра «Технологии и оборудование машиностроения»

Дисциплина: «Физические основы КПЭ»

зачёт, 4 семестр, 20_/20__уч. год, (группа: _____)

БИЛЕТ № 1

1. Основные характеристики лазерного излучения (ЛИ).
2. Взаимодействие частиц в плазме, виды взаимодействия частиц.
3. Основные понятия и особенности электронной оптики.
4. Возникновение искрового разряда в вакууме и конденсированных средах

Заведующий кафедрой:

/А.Н. Васильев
