

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 12.03.01 Приборостроение

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
6	3	108	30	15	0	27	0	Э
7	3	108	32	16	0	24-33	0	Э
Итого	6	216	62	31	0	0	51-60	0

## АННОТАЦИЯ

В курсе изучаются общие вопросы, такие как эмиссия электронов и электрические разряды в газах и вакууме, а также применение физических явлений в приборах, устройствах и установках.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины является получение и закрепление теоретических и практических знаний по вопросам:

- электронные эмиссии;
- процессы ионизации в вакууме и в газах;
- виды и характеристики электрических разрядов;
- основы физики процессов разреженных газов;
- устройство и работа вакуумных систем;
- физика взаимодействия материалов с газовой средой ;
- процессы динамического вакуума.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин основной образовательной программы подготовки, в первую очередь - «Математика», «Физика», «Химия».

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1 [1] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 [1] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [1] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [1] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач
УК-9 [1] – Способен принимать ответственные решения и действовать в интересах общества в	З-УК-9 [1] – Знать государственную политику, цели, задачи и виды добровольческой (волонтерской) деятельности, нормативно-правовые основы

<p>целом, в том числе через участие в волонтерских движениях</p>	<p>законодательства в этой области  У-УК-9 [1] – Уметь применять междисциплинарные знания и профильные практические навыки в области содействия развитию добровольчества (волонтерства)  В-УК-9 [1] – Владеть методами и способами содействия формированию добровольчества (волонтерства), навыками организации труда добровольцев (волонтеров)</p>
<p>УКЕ-1 [1] – Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах</p>	<p>З-УКЕ-1 [1] – знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования  У-УКЕ-1 [1] – уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи  В-УКЕ-1 [1] – владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами</p>
<p>УКЦ-1 [1] – Способен в цифровой среде использовать различные цифровые средства, позволяющие во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей</p>	<p>З-УКЦ-1 [1] – Знать: современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также основные приемы и нормы социального взаимодействия и технологии межличностной и групповой коммуникации с использованием дистанционных технологий  У-УКЦ-1 [1] – Уметь: выбирать современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе и применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды с использованием дистанционных технологий  В-УКЦ-1 [1] – Владеть: навыками применения современных информационных технологий и цифровых средств коммуникации, в том числе отечественного производства, а также методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде с использованием дистанционных технологий</p>
<p>УКЦ-2 [1] – Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств,</p>	<p>З-УКЦ-2 [1] – Знать: методики сбора и обработки информации с использованием цифровых средств, а также актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности с использованием</p>

<p>а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач</p>	<p>цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности  У-УКЦ-2 [1] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; с использованием цифровых средств, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, и решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности  В-УКЦ-2 [1] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации с использованием цифровых средств для решения поставленных задач, навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с использованием цифровых средств и с учетом требований информационной безопасности</p>
---	---

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

<b>Задача профессиональной деятельности (ЗПД)</b>	<b>Объект или область знания</b>	<b>Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции</b>
проектно-конструкторский			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• сбор и анализ информационных источников и исходных данных для проектирования электронных систем и программно-технических комплексов систем измерения, контроля и управления физическими установками;</li> <li>• формулирование целей проекта, разработка технических требований и заданий на разработку электронного оборудования и</li> </ul>	<p>электрофизические установки и системы обеспечения их безопасной эксплуатации</p>	<p>ПК-3 [1] - Способен проектировать и конструировать блоки, узлы и детали приборов, определять номенклатуру и типы комплектующих изделий</p> <p><i>Основание:</i>  Профессиональный стандарт: 24.098</p>	<p>З-ПК-3[1] - знать принципы проектирования и конструирования блоков, узлов и деталей приборов; знать этапы и порядок разработки приборов. ;  У-ПК-3[1] - уметь анализировать техническое задание и другую информацию, необходимую для выбора конструктивных решений, выбирать оптимальные конструктивные решения и</p>

<p>программно-аппаратных средств измерительных систем, систем контроля и управления физических установок; • проектирование электронных систем, информационно-измерительных систем, систем управления и автоматизации и их структурных элементов, включая аппаратное и программное обеспечение, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования и современных информационных технологий; • системотехническая и схемотехническая разработка сложной электронной, электрофизической и ядерно-физической аппаратуры; • разработка проектной, рабочей, конструкторской и эксплуатационной технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ; • контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической</p>			<p>обосновывать свой выбор; уметь использовать при проектировании и конструировании метод унификации блоков, узлов и деталей. ; В-ПК-3[1] - владеть навыками проектирования и конструирования блоков, узлов и деталей приборов с помощью современных методов проектирования и конструирования.</p>
---	--	--	--

<p>документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам; • верификация и валидация проектных решений; • проведение предварительного технико-экономического обоснования проектных работ по созданию систем измерения, контроля и управления.</p>			
--	--	--	--

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и

		<p>инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</li> <li>- формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</li> </ul>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста</p>

		общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
--	--	--

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>6 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	16/8/0		25	КИ-8	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УК-9, У-УК-9, В-УК-9, З-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1, З-УКЦ-

							1, У- УКЦ- 1, В- УКЦ- 1, 3- УКЦ- 2, У- УКЦ- 2, В- УКЦ- 2
2	Второй раздел	9-15	14/7/0		25	КИ-15	3-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3, 3-УК- 1, У- УК-1, В- УК-1, 3-УК- 9, У- УК-9, В- УК-9, 3- УКЕ- 1, У- УКЕ- 1, В- УКЕ- 1, 3- УКЦ- 1, У- УКЦ- 1, В- УКЦ- 1,

							3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		30/15/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 6 Семестр</b>				50	Э	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-9, У-УК-9, В-УК-9, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2,

							В- УКЦ- 2
	<i>7 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	16/8/0		25	КИ-8	3-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3, 3-УК- 1, У- УК-1, В- УК-1, 3-УК- 9, У- УК-9, В- УК-9, 3- УКЕ- 1, У- УКЕ- 1, В- УКЕ- 1, 3- УКЦ- 1, У- УКЦ- 1, В- УКЦ- 1, 3- УКЦ- 2, У- УКЦ- 2, В- УКЦ- 2
2	Второй раздел	9-16	16/8/0		25	КИ-16	3-ПК- 3, У-

							ПК-3, В- ПК-3, 3-УК- 1, У- УК-1, В- УК-1, 3-УК- 9, У- УК-9, В- УК-9, 3- УКЕ- 1, У- УКЕ- 1, В- УКЕ- 1, 3- УКЦ- 1, У- УКЦ- 1, В- УКЦ- 1, 3- УКЦ- 2, У- УКЦ- 2, В- УКЦ- 2
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		32/16/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 7 Семестр</b>				50	Э	3-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3, 3-УК- 1, У-

							УК-1, В- УК-1, 3-УК- 9, У- УК-9, В- УК-9, 3- УКЕ- 1, У- УКЕ- 1, В- УКЕ- 1, 3- УКЦ- 1, У- УКЦ- 1, В- УКЦ- 1, 3- УКЦ- 2, У- УКЦ- 2, В- УКЦ- 2
--	--	--	--	--	--	--	--

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел	Темы занятий / Содержание	Лек.,	Пр./сем.	Лаб.,
-------	---------------------------	-------	----------	-------

<b>и</b>		<b>час.</b>	<b>, час.</b>	<b>час.</b>
	<i>6 Семестр</i>	30	15	0
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	16	8	0
1 - 8	<b>Электронные эмиссии и элементарные процессы в плазме.</b> 1 неделя. Введение. Физическая электроника как раздел физики. Связь со смежными дисциплинами. Потенциальный барьер на границе металл-вакуум. Распределение электронов по энергиям в твёрдом теле. Работа выхода. 2 неделя Автоэлектронная эмиссия. Природа автоэлектронной эмиссии. Эффект Шоттки. Уравнение тока автоэлектронной эмиссии. Зависимость эмиссии от электрического поля и работы выхода электронов. Автокатоде. 3 неделя. Термоэлектронная эмиссия. Изменение потенциального барьера в случае неоднородной поверхности эмиттера. Эмиссионный ток насыщения. Эффективные термокатоде. 4 неделя. Вторичная электронная эмиссия. Природа и основные закономерности. Упругое и неупругое отражение электронов от поверхности твердого тела. Электронная эмиссия из тонких диэлектрических слоев при наличии в них сильного электрического поля. Эффект Малтера. Эмиссия, усиленная электрическим полем и самоподдерживающаяся эмиссия. 5 неделя. Эмиссия электронов под действием ионов и нейтральных атомов. Потенциальная и кинетическая эмиссии. Экзоэлектронная эмиссия. Применение экзоэлектронной эмиссии для индикации чистоты поверхности, понижения статистических запаздываний электрического пробоя в газах. 6 неделя. Взрывная эмиссия электронов. Условия возникновения. Катодный факел. Роль взрывной эмиссии при сильноточных электрических разрядах в вакууме и газах. Применение. 7 неделя. Элементарные процессы в плазме. Кинетическая теория газов. Дифференциальное сечение рассеяния. Частота столкновений. Упругие столкновения электронов и ионов с атомами. Неупругие столкновения электронов с атомами и молекулами. 8 неделя. Возбуждение и ионизация. Механизмы возбуждения и ионизации. Виды ионизации. Коэффициент ионизации. Образование отрицательных ионов. Рекомбинация. Торможение электронов. Перезарядка.	Всего аудиторных часов		
		16	8	0
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-15</b>	<b>Второй раздел</b>	14	7	0
9 - 15	<b>Электрические разряды в газе и в вакууме</b> 9 неделя. Статистика заряженных частиц в плазме. Функция распределения. Равновесная плазма. Частичное равновесие. Скорость и энергия электронов.	Всего аудиторных часов		
		14	7	0
		Онлайн		
		0	0	0

	<p>10 неделя. Процессы переноса в плазме. Подвижность. Дрейф. Диффузия свободная и амбиполярная. Движение зарядов и процессы переноса в присутствии магнитного поля.</p> <p>11 неделя. Возникновение электрического разряда в газе. Классификация разрядных процессов. Общие свойства электрических разрядов. Определение параметров плазмы. Законы подобия. Определение низко- и высокотемпературной плазмы. Источники начальных электронов. Лавинный механизм пробоя газа. Теория лавинного разряда. Условия самостоятельности разряда. Закон Пашена.</p> <p>12 неделя. Стримерный механизм пробоя газа. Распространение стримеров. Условия возникновения коронного и искрового разрядов. Теория коронного разряда. Отрицательная корона. Корона при высоком давлении. Время формирования искрового разряда. Применение разрядов.</p> <p>13 неделя. Тлеющий разряд. Общая характеристика тлеющего разряда. Теория катодных частей. Нормальный и аномальный тлеющие разряды. Положительный столб. Высоковольтный тлеющий разряд. Разряд с полым катодом. Разряд в скрещенных электрическом и магнитном полях. Ячейка Пеннинга. Катодное распыление.</p> <p>14 неделя. Дуговой разряд. Виды дуг. Переход от тлеющего разряда к термической дуге. Несамостоятельные дуги – термоэлектронная (горячая) и дуга с испаряющимся катодом (холодная). Электрический разряд в плазматронах.</p> <p>15 неделя. Высокочастотный разряд в газах и вакууме. Движение заряженных частиц в высокочастотном поле. Высокочастотный индукционный (безэлектродный) плазмотрон. Сверхвысокочастотный разряд в волноводах и резонаторах. Вторично-эмиссионный резонансный (мультипакторный) разряд. Полифазный нерезонансный вторично-электронный разряд.</p> <p>16 неделя. Электрический пробой вакуума. Условия возникновения предпробойных токов. Различные виды механизма пробоя. Факторы, влияющие на электрическую прочность вакуумного промежутка. Способы увеличения электрической прочности.</p>			
	<i>7 Семестр</i>	32	16	0
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	16	8	0
1 - 8	<b>Вакуумная электроника</b>	Всего аудиторных часов		
	1-я неделя Введение. Вакуумная электроника – учебный предмет. Классификация электронных вакуумных приборов. Основные понятия и определения.	16	8	0
	2-я неделя Способы модельного описания движения заряженных частиц в электрических и магнитных полях.	0	0	0
	3-я неделя			

	<p>Закономерности движения отдельных заряженных частиц в электрических и магнитных полях (корпускулярная оптика). Уравнения движения и уравнения траекторий. Параксиальное приближение. Особенности движения релятивистских частиц.</p> <p>4-я неделя          Электронно-оптические элементы. Ускоряющие и дрейфовые промежутки. Оптические свойства. Поворотные и отклоняющие системы. Принцип действия. Дисперсионные свойства. Параметры. Отклоняющие системы электронно-лучевых приборов. Энергомассанализаторы.</p> <p>5-я неделя          Электростатические линзы. Принцип действия и типы линз. Осесимметричные линзы. Тонкие и толстые линзы. Фокусные расстояния и главные плоскости.</p> <p>6-я неделя          Аберрации линз: Сферическая, хроматическая и др. Цилиндрические, трансаксиальные и квадрупольные линзы.</p> <p>7-я неделя          Магнитные линзы. Принцип действия и типы.</p> <p>8-я неделя          Применение электронно-оптических элементов в электронных приборах. Электронно-оптические элементы электронно-лучевых приборов. Осциллографические, телевизионные трубки и трубки для дисплеев.</p>			
<b>9-16</b>	<b>Второй раздел</b>	16	8	0
9 - 16	<b>Электровакуумные приборы</b>	Всего аудиторных часов		
	9-я неделя	16	8	0
	Электронно-оптические системы фотоэлектронных приборов. Фотоэлектронные умножители. Типы, основные характеристики и параметры. Электронно-оптические преобразователи. Принцип действия и особенности электронно-оптических систем.	Онлайн		
	10-я неделя	0	0	0
	Электронные лампы. Физика токоотбора с эмиттирующих поверхностей. Закон Чайлда-Лэнгмюра. Ограничение тока объемным зарядом и температурой.			
	11-я неделя			
	Вакуумные диоды. Назначение, характеристики и параметры.			
	12-я неделя			
	Триоды. Принцип управления током. Характеристики и параметры. Типы.			
	13-15-я недели			
	Электронные пушки. Принцип действия. Типы электронных пушек. Управляемые электронные пушки.			
	16-я неделя			
	Устройства вакуумной электроники. Обзор.			

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

### ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>6 Семестр</i>
1 - 4	<b>Тема 1</b> Решение задач
5 - 8	<b>Тема 2</b> Решение задач
9 - 11	<b>Тема 3</b> Решение задач
12 - 15	<b>Тема 4</b> Доклад
	<i>7 Семестр</i>
	<b>Тема 1</b> Решение задач. Вывод уравнений движения.
	<b>Тема 2</b> Решение задач

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины используются традиционные образовательные технологии. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций, практических занятий. Самостоятельная работа студентов предполагает подготовку материала доклада или реферата на заданную тему с привлечением рекомендованной и дополнительной литературы

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы	Аттестационное	Аттестационное
-------------	------------	----------------	----------------

	<b>освоения</b>	<b>мероприятие (КП 1)</b>	<b>мероприятие (КП 2)</b>
ПК-3	З-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16
УК-1	З-УК-1	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16
	У-УК-1	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16
	В-УК-1	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16
УК-9	З-УК-9	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16
	У-УК-9	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16
	В-УК-9	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16
УКЕ-1	З-УКЕ-1	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16
	У-УКЕ-1	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16
	В-УКЕ-1	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16
УКЦ-1	З-УКЦ-1	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16
	У-УКЦ-1	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16
	В-УКЦ-1	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16
УКЦ-2	З-УКЦ-2	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16
	У-УКЦ-2	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16
	В-УКЦ-2	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – <i>«удовлетворительно»</i>	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения
60-64			

			логической последовательности в изложении программного материала.
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Ц27 Физическая электроника: физика плазмы Ч.1 , : МИФИ, 2008
2. ЭИ Ц27 Физическая электроника: физика плазмы Ч.2 , : МИФИ, 2008
3. 537 P18 Физика газового разряда : , Ю. П. Райзер, Долгопрудный: Интеллект, 2009

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 533 М 65 Физическая электроника в задачах : учеб. пособие, Москва: URSS, 2019

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

1. Рекомендации по работе с лекционной частью дисциплины.

Перед началом занятий необходимо внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не смущайтесь, если вопросы вам кажутся простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности чаще возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь со стороны преподавателя возможен выборочный контроль ваших знаний).

Желательно использовать в конспектах лекций систему обозначений, к которой прибегает преподаватель.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными и вновь появляющимися литературными источниками.

## 2. Рекомендации для проведения практических занятий.

Перед посещением практического занятия уясните его тему и самостоятельно изучите связанные с ней понятия и методы решения задач.

Перед решением задач активно участвуйте в обсуждении с преподавателем основных понятий, связанных с темой практического занятия.

В процессе решения задач ведите дискуссию с преподавателем о правильности применения методов их решения.

При проведении вычислений придерживайтесь следующего формата:

(Обозначение искомой величины) = (буквенная формула расчёта) = (подстановка численных значений величин, входящих в формулу, с указанием их размерностей) = (результат вычислений с указанием его размерности).

Это поможет вам избежать некоторых ошибок, либо выявить их и исправить.

По возможности самостоятельно доводите решение предлагаемых задач до окончательного итога.

В конце практического занятия при необходимости выясните у преподавателя неясные вопросы (если вы не прояснили их ранее).

## 3. Рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Получите у преподавателя задание и список рекомендованной литературы в самом начале семестра.

Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовьте письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

# 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

## 1. Чтение лекций.

Первая лекция должна быть введением к дисциплине (разделу дисциплины, читаемому

в начинающемся семестре). Она должна содержать общий обзор содержания дисциплины. В ней следует отметить методические инновации в решении задач, рассматриваемых в дисциплине, дать перечень рекомендованной литературы и вновь появившихся литературных источников, обратив внимание студентов на обязательную и дополнительную литературу.

Изложению текущего лекционного материала должна предшествовать вводная часть, содержащая краткий перечень вопросов, рассмотренных на предыдущих лекциях. На этом этапе полезно задать несколько вопросов аудитории, осуществить выборочный контроль знания студентов.

При изложении лекционного материала следует поощрять вопросы непосредственно в процессе изложения, внимательно относясь к вопросам студентов и при необходимости давая дополнительные, более подробные пояснения.

При чтении лекций преимущественное внимание следует уделять качественным вопросам, опуская простые математические выкладки, либо рекомендуя выполнить их самим студентам, либо отсылая студентов к литературным источникам и методическим пособиям.

В процессе лекционного курса необходимо возможно чаще возвращаться к основным вопросам дисциплины, проводя выборочный экспресс-контроль знаний студентов.

Принятая преподавателем система обозначений должна чётко разъясняться в процессе её введения и использоваться в конспектах лекций

В лекциях, предшествующих практическим занятиям, следует кратко излагать содержание и основные задачи практического занятия, дать рекомендации студентам для подготовки к нему.

На последней лекции важно найти время для обзора основных положений, рассмотренных в дисциплине, перечню и формулировке вопросов, выносимых на экзамен или зачёт.

## 2. Указания для проведения практических занятий.

Тема практического занятия и его цели должны быть чётко обозначены.

В начале практического занятия полезно обсудить основные понятия, связанные с его темой.

В ходе решения задач следует вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний на отдельных этапах решения.

Рекомендуется отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях, как вслух, так и в книжке преподавателя. Передавать эту информацию ответственному по текущей успеваемости.

В конце практического занятия предложить аудитории несколько контрольных вопросов.

## 3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов.

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе, проводить его обсуждение.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Автор(ы):

Гусарова Мария Александровна, к.т.н.