

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 3

от 30.08.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ВАКУУМНАЯ ТЕХНИКА ФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 03.04.01 Прикладные математика и физика

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
1	3-4	108- 144	16	32	0	24-60	0	Э
2	3	108	15	15	30	12-48	0	Э , З
Итого	6-7	216- 252	31	47	30	36- 108	0	

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина содержит изложение теоретических основ вакуумной техники, средств получения и измерения вакуума, динамических вакуумных систем, 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 Физическая электроника и вакуумная техника 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 данной дисциплины необходимы сведения из высшей математики (математического анализ, векторная алгебра, интегральное и дифференциальное исчисление), общей физики (механика, электричество и магнетизм, оптика), общей химии.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

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

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
Проведение научных и аналитических	Модели, методы и средства фундаментальных	ПК-2 [1] - Способен критически оценивать применяемые методики	З-ПК-2[1] - Знать методики оценки и выбора методов

<p>исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в рамках предметной области по профилю специализации в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований; участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий; сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий; участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в предметной области по профилю специализации; участие в</p>	<p>и прикладных исследований и разработок в медицине структурной биологии, материаловедении, физики</p>	<p>и методы исследования</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008</p>	<p>исследования.; У-ПК-2[1] - Уметь критически оценивать применяемые методики и методы исследования; В-ПК-2[1] - Владеть навыками оценки методов исследования по выбранным критериям.</p>
--	---	---	---

<p>обобщении полученных данных, формировании выводов, в подготовке научных и аналитических отчетов, публикаций и презентаций результатов научных и аналитических исследований; участие в создании новых методов и технических средств исследований и новых разработок</p>			
<p>Проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в рамках предметной области по профилю специализации в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований; участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий; сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики,</p>	<p>Модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в медицине структурной биологии, материаловедении, физики</p>	<p>ПК-3 [1] - Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками в избранной предметной области в соответствии с целями программы специализированной подготовки магистра</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008</p>	<p>З-ПК-3[1] - Знать основные методы исследований, принципы работы приборов и установок в избранной предметной области ; У-ПК-3[1] - Уметь выбирать необходимые технические средства для проведения экспериментальных исследований в избранной предметной области, обрабатывать полученные экспериментальные результаты; В-ПК-3[1] - Владеть навыками работы с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками в избранной предметной области</p>

<p>компьютерных и информационных технологий; участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в предметной области по профилю специализации; участие в обобщении полученных данных, формировании выводов, в подготовке научных и аналитических отчетов, публикаций и презентаций результатов научных и аналитических исследований; участие в создании новых методов и технических средств исследований и новых разработок</p>			
<p>проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в рамках предметной области по профилю специализации в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований; участие в</p>	<p>модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области физики</p>	<p>ПК-4.2 [1] - Способен к разработке ускорителей заряженных частиц, предназначенных для научных исследований и решения прикладных задач в области радиационных технологий, включая промышленность, медицину, энергетику, системы безопасности и другие области</p> <p><i>Основание:</i></p>	<p>З-ПК-4.2[1] - Знать основные принципы составления плана поиска, сбора и исследования научно-технической информации по разработке ускорителей заряженных частиц; У-ПК-4.2[1] - Уметь проводить поиск и анализ научно-технической информации на поставленные</p>

<p>проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий; сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий; участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в предметной области по профилю специализации; участие в обобщении полученных данных, формировании выводов, в подготовке научных и аналитических отчетов, публикаций и презентаций результатов научных и аналитических исследований; участие в создании</p>		<p>Профессиональный стандарт: 40.008</p>	<p>исследовательские задачи в области инновационных разработок заряженных частиц и радиационных технологий; В-ПК-4.2[1] - Владеть методами представления информации в систематизированном виде, оформлять научно-технические отчеты.</p>
---	--	--	--

<p>новых методов и технических средств исследований и новых разработок</p>			
<p>Проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в рамках предметной области по профилю специализации в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований; участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий; сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий; участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в</p>	<p>Модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в медицине структурной биологии, материаловедении, физики</p>	<p>ПК-15.2 [1] - Способен к разработке ускорителей заряженных частиц, предназначенных для научных исследований и решения прикладных задач в области радиационных технологий, включая промышленность, медицину, энергетику, системы безопасности и другие области</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008</p>	<p>З-ПК-15.2[1] - Знать основные принципы составления плана поиска, сбора и исследования научно-технической информации по разработке ускорителей заряженных частиц; У-ПК-15.2[1] - Уметь проводить поиск и анализ научно-технической информации на поставленные исследовательские задачи в области инновационных разработок заряженных частиц и радиационных технологий ; В-ПК-15.2[1] - Владеть методами представления информации в систематизированном виде, оформлять научно-технические отчеты</p>

<p>проведении аналитических исследований в предметной области по профилю специализации; участие в обобщении полученных данных, формировании выводов, в подготовке научных и аналитических отчетов, публикаций и презентаций результатов научных и аналитических исследований; участие в создании новых методов и технических средств исследований и новых разработок</p>			
<p>инновационный;</p>			
<p>участие в создании новых объектов техники и технологии (в сфере наукоемких технологий)</p>	<p>модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области физики</p>	<p>ПК-6 [1] - Способен разрабатывать планы и программы организации инновационной деятельности научно- производственного коллектива, осуществлять технико- экономическое обоснование инновационных проектов</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008</p>	<p>З-ПК-6[1] - Знать основы планирования и организации научных инновационных исследований в профессиональной области; правила и принципы научной этики, методики оценки инновационных проектов. ; У-ПК-6[1] - Уметь оценивать и развивать инновационный потенциал новых научных и научно- технологических разработок, осуществлять технико- экономическое обоснование инновационных проектов.; В-ПК-6[1] - Владеть навыками планирования организации инновационной</p>



			деятельности научно-производственного коллектива и технико-экономической оценки (экспертизы) инновационных проектов
Участие в создании новых объектов техники и технологий (в сфере наукоемких технологий)	Модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в медицине структурной биологии, материаловедении, физики	ПК-15.3 [1] - Способен формулировать исходные данные, выбирать и обосновывать научно-технические и организационные решения в области проектирования ускорителей заряженных частиц  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008	З-ПК-15.3[1] - Знать физические процессы в пучках заряженных частиц и ускорителях; У-ПК-15.3[1] - Уметь разрабатывать бизнес-планы и оценивать конкурентоспособность и экономическую эффективность проектируемых электрофизических установок; В-ПК-15.3[1] - Владеть способностью разрабатывать и оформлять проектную документацию, эффективно взаимодействовать со специалистами смежных профилей
<b>конструкторско-технологический</b>			
участие в создании новых объектов техники и технологии (в сфере наукоемких технологий); участие в модернизации существующих, разработке и внедрении новых методов контроля качества материалов, производственно-технологических процессов и готовой продукции в сфере высоких и наукоемких технологий; квалифицированное	модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области физики	ПК-8 [1] - Способен находить оптимальные решения при создании новой продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности и безопасности жизнедеятельности  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.033, 40.008	З-ПК-8[1] - Знать основные принципы анализа продукции, оценки качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности и безопасности продукции ; У-ПК-8[1] - Уметь находить оптимальные решения при создании новой продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности и безопасности жизнедеятельности; В-ПК-8[1] - Владеть навыками оценки качества,

использование исходных данных, материалов, оборудования, методов математического и физического моделирования производственно-технологических процессов и характеристик наукоемких технических устройств и объектов, включая использование алгоритмов и программ расчета их параметров			конкурентоспособности и безопасности продукции для принятия оптимальных решений при создании новой продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности и безопасности жизнедеятельности
---	--	--	---

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары )/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>1 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	8/16/0		25	КИ-8	З-ПК-4.2, У-ПК-4.2, В-ПК-4.2, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-

2	Часть 2	9-16	8/16/0		25	КИ-16	ПК-8 3-ПК-4.2, У-ПК-4.2, В-ПК-4.2, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		16/32/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 1 Семестр</b>				50	Э	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4.2, У-ПК-4.2, В-ПК-4.2, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-8, У-ПК-8,

							В-ПК-8, 3-ПК-15.2, У-ПК-15.2, В-ПК-15.2, 3-ПК-15.3, У-ПК-15.3, В-ПК-15.3
	<i>2 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	8/8/16		25	КИ-8	3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, 3-ПК-4.2, У-ПК-4.2, В-ПК-4.2, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6
2	Часть 2	9-15	7/7/14		25	КИ-15	3-ПК-4.2, У-ПК-4.2, В-ПК-4.2, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-

							ПК-6, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		15/15/30		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 2 Семестр</b>				50	30, Э	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4.2, У-ПК-4.2, В-ПК-4.2, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, 3-ПК-15.2, У-ПК-15.2, В-ПК-15.2, 3-ПК-15.3, У-ПК-

							15.3, В- ПК- 15.3, 3-ПК- 4.2, У- ПК- 4.2, В- ПК- 4.2, 3-ПК- 6, У- ПК-6, В- ПК-6, 3-ПК- 8, У- ПК-8, В- ПК-8
--	--	--	--	--	--	--	---

\* – 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
ЗО	Зачет с оценкой
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	16	32	0
<b>1-8</b>	<b>Часть 1</b>	8	16	0
1	<b>Тема 1</b> Вакуумно-зависимые процессы.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
0	0	0		
2	<b>Тема 2</b> Молекулярно-кинетическая теория.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		

		0	0	0
3	<b>Тема 3</b> Процессы откачки. Проводимость элементов вакуумных систем.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	<b>Тема 4</b> Поведение газов в вакуумных системах.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	<b>Тема 5</b> Учет газовых нагрузок. Компоненты газовых нагрузок.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	<b>Тема 6</b> Насосы объемного действия	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	<b>Тема 7</b> Насосы поверхностного действия	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	<b>Тема 8</b> Схемы откачки	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-16</b>	<b>Часть 2</b>	8	16	0
9	<b>Тема 9</b> Струйные насосы	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	<b>Тема 10</b> Сорбционные насосы	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	<b>Тема 11</b> Ионно-сорбционные насосы	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	<b>Тема 12</b> Виды вакуумных измерений	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	<b>Тема 13</b> Вакуумметры полных давлений	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	<b>Тема 14</b> Измерение парциальных давлений	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

15	<b>Тема 15</b> Течи и течеискание в вакуумных системах	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
0	0	0		
16	<b>Тема 16</b> Вакуумные схемы	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
0	0	0		
	<i>2 Семестр</i>	15	15	30
<b>1-8</b>	<b>Часть 1</b>	8	8	16
1	<b>Тема 1</b> Потенциальный барьер на границе металл-вакуум.	Всего аудиторных часов		
		1	1	2
		Онлайн		
0	0	0		
2	<b>Тема 2</b> Термоэлектронная эмиссия	Всего аудиторных часов		
		1	1	2
		Онлайн		
0	0	0		
3	<b>Тема 3</b> Автоэлектронная эмиссия. Вторичная электронная эмиссия.	Всего аудиторных часов		
		1	1	2
		Онлайн		
0	0	0		
4	<b>Тема 4</b> Эмиссия электронов под действием ионов и нейтральных атомов.	Всего аудиторных часов		
		1	1	2
		Онлайн		
0	0	0		
5	<b>Тема 5</b> Взрывная эмиссия электронов.	Всего аудиторных часов		
		1	1	2
		Онлайн		
0	0	0		
6	<b>Тема 6</b> Элементарные процессы в плазме.	Всего аудиторных часов		
		1	1	2
		Онлайн		
0	0	0		
7	<b>Тема 7</b> Возбуждение и ионизация. Рекомбинация.	Всего аудиторных часов		
		1	1	2
		Онлайн		
0	0	0		
8	<b>Тема 8</b> Статистика заряженных частиц в плазме.	Всего аудиторных часов		
		1	1	2
		Онлайн		
0	0	0		
<b>9-15</b>	<b>Часть 2</b>	7	7	14
9	<b>Тема 9</b> Процессы переноса в плазме.	Всего аудиторных часов		
		1	1	2
		Онлайн		
0	0	0		
10	<b>Тема 10</b> Общие свойства электрических разрядов. Теория лавинного разряда.	Всего аудиторных часов		
		1	1	2
		Онлайн		



		0	0	0
11	<b>Тема 11</b> Стримерный механизм пробоя газа.	Всего аудиторных часов		
		1	1	2
		Онлайн		
		0	0	0
12	<b>Тема 12</b> Тлеющий разряд.	Всего аудиторных часов		
		1	1	2
		Онлайн		
		0	0	0
13	<b>Тема 13</b> Дуговой разряд.	Всего аудиторных часов		
		1	1	2
		Онлайн		
		0	0	0
14	<b>Тема 14</b> Высокочастотный разряд в газах и вакууме. Вторично-эмиссионный резонансный (мультипакторный) разряд.	Всего аудиторных часов		
		1	1	2
		Онлайн		
		0	0	0
15	<b>Тема 15</b> Электрический пробой вакуума.	Всего аудиторных часов		
		1	1	2
		Онлайн		
		0	0	0

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

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

## 6. 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 освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)	Аттестационное мероприятие (КП 2)
ПК-15.2	З-ПК-15.2	Э	Э
	У-ПК-15.2	Э	Э
	В-ПК-15.2	Э	Э
ПК-15.3	З-ПК-15.3	Э	Э
	У-ПК-15.3	Э	Э
	В-ПК-15.3	Э	Э
ПК-2	З-ПК-2	Э	Э
	У-ПК-2	Э	Э
	В-ПК-2	Э	Э
ПК-3	З-ПК-3	Э	Э
	У-ПК-3	Э	Э
	В-ПК-3	Э	Э
ПК-6	З-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-16	ЗО, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-16	ЗО, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-16	ЗО, Э, КИ-8, КИ-15
ПК-8	З-ПК-8	Э, КИ-8, КИ-16	ЗО, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-8	Э, КИ-8, КИ-16	ЗО, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-8	Э, КИ-8, КИ-16	ЗО, Э, КИ-8, КИ-15
ПК-4.2	З-ПК-4.2	Э, КИ-8, КИ-16	ЗО, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-4.2	Э, КИ-8, КИ-16	ЗО, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-4.2	Э, КИ-8, КИ-16	ЗО, Э, КИ-8, КИ-15

### 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 – «отлично»	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		B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает

75-84		С	материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
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 логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	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.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 533 Ш51 Вакуумная техника. Концепция разреженного газа : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
2. ЭИ Ш51 Вакуумная техника. Концепция разреженного газа : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
3. 621.5 Ш28 Вакуумная техника : учебное пособие, В. Л. Шатохин, Москва: МИФИ, 2011
4. 537 P18 Физика газового разряда : , Ю. П. Райзер, Долгопрудный: Интеллект, 2009

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **9. 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 для проведения лабораторных занятий.**

Соблюдайте требования техники безопасности, для чего необходимо прослушать разъяснения о правильности поведения в лаборатории, ознакомиться с инструкцией по охране труда и технике безопасности в лаборатории и расписаться в журнале по технике безопасности.

Перед выполнением лабораторной работы (до проведения занятия) проведите самостоятельно подготовку к работе, изучив основные теоретические положения и методические указания, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работы.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться с преподавателем, по возможности избегая неправильных действий.

Основные результаты экспериментов, зафиксированные в письменном виде, предъявляются в конце занятия на утверждение преподавателя.

Для защиты отчета по работе подготовьте отчет о проделанной работе в соответствии с указаниями; в отчёте должны быть отражены основные результаты и выводы.

#### 4. 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.

## 10. 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 и 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 необходимо требовать от студента письменный отчет о проделанной работе, проводить его обсуждение. При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

Автор(ы):

Каримов Александр Рашатович, д.ф.-м.н.