

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬ-
НОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
Ф.Д. Кодзоева
«__» _____ 2021г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВАКУУМА

(индекс дисциплины по учебному плану, наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки (*магистратура*)
03.04.02. Физика

Направленность (*профиль подготовки*)
Физика полупроводников

Квалификация выпускника
магистр

Форма обучения - очная

Магас, 2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины «Физические основы вакуума» состоит в том, чтобы ознакомить магистров с физическими основами вакуума, методами его получения и средствами его измерения. Физическая теория выражает связи между физическими явлениями и величинами в математической форме. Поэтому курс «Физические основы вакуума» имеет два аспекта.

В результате изучения дисциплины студенты должны знать:

1. основные принципы и способы получения вакуума и законы физики на которых они основаны;
2. что такое низкий, средний и высокий вакуумы, типы вакуумных насосов, а также приборы для измерения вакуума;

Перечень задач профессиональной деятельности выпускников:

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
	Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
01.001 Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)	А	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования	6	Общепедагогическая функция. Обучение	A/01.6	6
				Воспитательная деятельность	A/02.6	6
				Развивающая деятельность	A/03.6	6
	В	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ	6	Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования	B/03.6	6
01.003 Педагогическая деятельность в дополнительном образовании детей и взрослых	А	Преподавание по дополнительным общеобразовательным программам.	6	Организация деятельности обучающихся, направленной на освоение дополнительной общеобразовательной программы	A.01.6	6.1
				Организация досуговой деятельности обучающихся в процессе реализации дополнительной общеобразовательной программы	A.02.6	6.1

				Обеспечение взаимодействия с родителями (законными представителями) обучающихся, осваивающих дополнительную общеобразовательную программу, при решении задач обучения и воспитания	A.03.6	6.1
				Педагогический контроль и оценка дополнительной общеобразовательной программы	A.04.6	6.1
				Разработка программно-методического обеспечения реализации дополнительной общеобразовательной программы	A.05.6	6.2
	Б	Организационно-методическое обеспечение реализации дополнительных общеобразовательных программ	6	Организация и проведение исследований рынка услуг дополнительного образования детей и взрослых	V/01.6	6.3
6			Организационно-педагогическое сопровождение методической деятельности педагогов дополнительного образования	V/02.6	6.3	
6			Мониторинг и оценка качества реализации педагогами дополнительных общеобразовательных программ	V/03.6	6.3	
	С	Организационно-педагогическое обеспечение реализации дополнительных общеобразовательных программ	6	Организация дополнительного образования детей и взрослых по одному или нескольким направлениям деятельности	C/03.6	6.3

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина «Физические основы вакуума» входит в пакет дисциплин блока 1, Б1.В.06, формирующих фундаментальное образование магистров по направлению 03.04.02 Физика. Профиль «Физика полупроводников». В табл. 2.1 приведены названия предметов и разделов,

которые необходимо усвоить для изучения дисциплины «Термодинамика конденсированных сред».

Дисциплина «Физические основы вакуума» является основной для изучения дисциплин: «Физики полупроводников», «Основы физико-химического анализа», «Физика полупроводниковых приборов», которые читаются параллельно или позже.

В табл. 2.1, 2.2 приведены названия предметов и разделов, которые необходимо усвоить для изучения дисциплины «Термодинамика конденсированных сред».

Связь дисциплины «Физика» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения	
Таблица 2.1	
Дисциплины, предшествующие дисциплине «Физические основы вакуума»	
1	Вузовский курс физики
2	Вузовский математики

Связь дисциплины «Физические основы вакуума» со смежными дисциплинами	
Таблица 2.2	
Дисциплина	Разделы, знание которых необходимо при изучении дисциплины
Физика конденсированного состояния	Основные постулаты и положения квантовой теории; туннельный эффект; строение атома и связь с периодической системой элементов Менделеева; высокотемпературная сверхпроводимость и простейшие устройства на ее основе
Физика полупроводников	Теоретические основы физики полупроводников, квантовые объяснения всех процессов происходящих в них при внешних воздействиях. Классификация твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики; основные электрические, магнитные и оптические свойства твердых тел, механизмы протекания тока
Основы физико-химического анализа	Методы экспериментального получения и исследования параметров и характеристик материалов, твердотельной, нанoeлектроники. Технология изготовления элементов электронной техники. Основные тенденции развития электронной компонентной базы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВАКУУМА»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора* достижения общепрофессиональной компетенции
Информационно-коммуникативная	ОПК-1 Способен применять фундаментальные зна-	ИДК _{ОПК1} . Знает теорию и основные законы в

грамотность при решении профессиональных задач	ния в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности;	области естественнонаучных дисциплин.
		ИДК ОПК1-2. Умеет использовать естественнонаучные знания при объяснении экспериментов, решения профессиональных задач.
		ИДК ОПК1-3. Владеет основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности и работы в научных группах.
	ОПК-4 Способен определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности	ИДК ОПК4-1 Владеет навыками брать ответственность за последствия своих решений, касающихся профессиональной деятельности Умеет принимать решения в сфере своей профессиональной деятельности, высказывать, обосновывать и отстаивать свою позицию по вопросам, касающимся профессиональной деятельности. Способность применять на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, способен самостоятельно организовывать и проводить научные исследования и внедрять их результаты в качестве члена или руководителя малого коллектива
		ИДК ОПК4-2 Способен к абстрактному мышлению, анализу, синтезу; готов к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала для решения задач профессиональной деятельности; способен использовать в профессиональной деятельности углубленные фундаментальные знания, полученные в области физики.
		ИДК ОПК4-3 Способен выбирать цели своей деятельности и пути их достижения, прогнозировать последствия научной, производственной и социальной деятельности, применять современные методы анализа, обработки и представления информации в сфере профессиональной деятельности, ставить и решать задачи, уметь системно анализировать научные проблемы, генерировать новые идеи и создать новое знание -

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 4.1	
Виды учебной работы	Всего час/зач. ед.
Контактная работа (всего)	64/1,8
Лекции (Л)	32/0,9
Практические занятия (ПЗ)	32/0,9
Самостоятельная работа (всего)	40/1,1
Подготовка к практическим занятиям	40/1,1
Контроль самостоятельной работы	2
Вид отчетности	экзамен
Общая трудоёмкость	108/2,9

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1				
РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ В СЕМЕСТРЕ	Лекции, (часы)	Практические занятия (ПЗ), час	СРС единицы (часы)	Всего, час
РАЗДЕЛ I. Модуль 1. Физические основы вакуума	10	16	18	44
Тема 1.1 Давление и плотность газа	2	2		4
Тема 1.2. Законы идеальных газов	4	4		8
РАЗДЕЛ II. Модуль 2. Теоретические основы процесса откачки	16	16	16	48
Тема 2.1. Основные уравнения вакуумной техники	2	2		
Тема 2.2. аппаратура для получения вакуума	2	2		
Тема 2.3. аппаратура для определения степени вакуума	6	6		12
Итого	32	32	40	106

5.2. Лекционные занятия

Таблица 5.1		
№ п/п	Номер лекции	Наименование раздела и темы дисциплины
1	2	3
РАЗДЕЛ 1. Модуль 1. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВАКУУМА		
1	1	Давление и плотность газа
		Законы идеальных газов:
		Закон Бойля – Мариотта
		Закон Гей-Люссака. Закон Шарля Закон Дальтона
2	2	Уравнение состояния идеальных газов
		Уравнение состояния реальных газов

		Закон распределения молекул газа по скоростям
3	3	Средняя длина свободного пути
		Объём газа, занимаемый молекулами, ударяющихся о поверхность стенки в единицу времени
4	4	Явления переноса
		Внутреннее трение в газах
5	5	Диффузия газов.
		Теплопроводность газов
РАЗДЕЛ II. Модуль 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА ОТКАЧКИ		
		Основные определения вакуумной техники
		Сопротивление и проводимость сложного вакуумного трубопровода
		Основное уравнение вакуумной техники
		Процессы изменения состояния газа в вакуумных системах
		Критерии определения границ режимов течения газа в трубопроводе
		Расчёт длительности откачки при квазистационарном течении газа и постоянных газовыделении и натекании
		Расчёт длительности откачки при переменном газовом потоке.
		Классификация вакуумных насосов
		Основные параметры и характеристики вакуумных насосов
		Механические вакуумные насосы с масляным уплотнением
		Принцип действия
		Области действия вакуумных насосов.
		Параметры и характеристики. Рабочие жидкости для насосов
		Конструкции насосов. Газобалластное устройство и откачка конденсирующихся паров
		Общее число часов 32

5.3 Практические занятия

Таблица 5.2		
№ п/п	Номер лекции	Наименование раздела и темы дисциплины
1	2	3
РАЗДЕЛ I. Модуль 1. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВАКУУМА		
1	1	Давление и плотность газа
		Законы идеальных газов:
		Закон Бойля – Мариотта
		Закон Гей-Люссака. Закон Шарля Закон Дальтона
2	2	Уравнение состояния идеальных газов
		Уравнение состояния реальных газов
		Закон распределения молекул газа по скоростям
3	3	Средняя длина свободного пути
		Объём газа, занимаемый молекулами, ударяющихся о поверхность стенки в единицу времени
4	4	Явления переноса
		Внутреннее трение в газах
5	5	Диффузия газов.
		Теплопроводность газов
РАЗДЕЛ II. Модуль 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА ОТКАЧКИ		

		Основные определения вакуумной техники
		Сопrotивление и проводимость сложного вакуумного трубопровода
		Основное уравнение вакуумной техники
		Процессы изменения состояния газа в вакуумных системах
		Критерии определения границ режимов течения газа в трубопроводе
		Расчёт длительности откачки при квазистационарном течении газа и постоянных газовыделении и натекании
		Расчёт длительности откачки при переменном газовом потоке. Классификация вакуумных насосов Основные параметры и характеристики вакуумных насосов
		Механические вакуумные насосы с масляным уплотнением
		Принцип действия Области действия вакуумных насосов. Параметры и характеристики. Рабочие жидкости для насосов
		Конструкции насосов. Газобалластное устройство и откачка конденсирующихся паров
		Общее число часов 32

6. Образовательные технологии

А.Х. Матиев Физические основы вакуума. Курс лекций. Учебное пособие. Магас. -2021. 133
<https://disk.yandex.ru/i/UEbM6FbsaoTnjA>

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Некоторые темы выносятся на самостоятельное изучение. Изучение этих вопросов возможно с использованием электронный курс дисциплины, написанного самим автором (А.Х Матиев).

Перечень тем, выносимый для самостоятельной работы представлен в таблице 7.1.

7.1. План самостоятельной работы студентов

Таблица 7.1					
№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	Сопrotивление и проводимость сложного вакуумного трубопровода Основное уравнение вакуумной техники	Написание конспекта	изучить	Электронный курс ТКС (А.Х Матиев).	4
2	Критерии определения границ режимов течения газа в трубопроводе Процессы изменения состояния газа в вакуумных системах	Написание конспекта	изучить	Электронный курс ТКС (А.Х Матиев).	4

3	Расчёт длительности откачки при квазистационарном течении газа и постоянных газовыделении и натекании	Написание конспекта	изучить	Электронный курс ТКС (А.Х Матиев).	4
3	Расчёт длительности откачки при переменном газовом потоке Классификация вакуумных насосов Основные параметры и характеристики вакуумных насосов	Написание конспекта	изучить	Электронный курс ТКС (А.Х Матиев).	4

7.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Студент, используя электронное учебное пособие, а также вузовский учебник по Молекулярной физике и термодинамике изучает данный материал и составляет конспект конспекты в домашних условиях.

7.3. Контроль освоения компетенций

Таблица 8.1			
№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Проверка конспектов	РАЗДЕЛ I. Модуль 1. Физические основы вакуума	УК1, ОПК-1, ПК-1
2	Проверка конспектов	РАЗДЕЛ II. Модуль 2. Теоретические основы процесса откачки	УК1, ОПК-1, ПК-1

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

8.1. Примерный перечень вопросов, выносимых на зачет

1. Давление и плотность газа
2. Закон Бойля – Мариотта. Закон Гей-Люссака. Закон Шарля. Закон Дальтона.
3. Уравнение состояния идеальных газов.
4. Уравнение состояния реальных газов
5. Закон распределения молекул газа по скоростям
6. Средняя длина свободного пути. Объём газа, занимаемый молекулами, ударяющихся о поверхность стенки в единицу времени
7. Явления переноса
8. Основные определения вакуумной техники. Сопротивление и проводимость сложного вакуумного трубопровода.
9. Основное уравнение вакуумной техники.
10. Процессы изменения состояния газа в вакуумных системах. Критерии определения границ режимов течения газа в трубопроводе.

11. Расчёт длительности откачки при квазистационарном течении газа и постоянных газовыделении и натекании.
12. Расчёт длительности откачки при переменном газовом потоке
13. Классификация вакуумных насосов. Основные параметры и характеристики вакуумных насосов.
14. Механические вакуумные насосы с масляным уплотнением. Принцип действия области действия вакуумных насосов. Параметры и характеристики.
15. Рабочие жидкости для насосов.
16. Конструкции насосов.
17. Газобалластное устройство и откачка конденсирующихся паров.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Методические рекомендации студентам

«Физические основы вакуума», многодисциплинарную и довольно сложную область знаний. Поэтому, чтобы донести материал до студента, необходимо уделять особое внимание систематичности, наглядности и доступности изложения. В настоящее время фактически существует мало учебников и пособий по данной дисциплине. Поэтому основная нагрузка ложится на лекции. Для изучения студентами данного курса в принципе достаточно знание основ молекулярной физики, термодинамики, основных начал статистической физики и основ высшей математики.

Для дополнительного изучения и самостоятельной работы предлагается использовать рекомендуемую литературу.

VI. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Л.Н. Розанов. Вакуумная техника.-М.: Высшая школа, 1990.
2. *Грошковский Я.* Техника высокого вакуума. — М.: Мир, 2009.
3. А.Х. Матиев Физические основы вакуума. Курс лекций. Учебное пособие. Магас. -2021. 133 с. <https://disk.yandex.ru/i/UEbM6FbsaoTnjA>

Дополнительная литература

1. А.Н. Матвеев. Курс общей физики «Молекулярная физика» Издательство «Наука», М., 2012 .

Рабочая программа дисциплины «Физические основы вакуума» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 Физика полупроводников, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «7» августа 2020 г. № 920 .

Программу составила:
Д.ф-м.н., профессор Матиев А.Х.
(Ф.И.О., должность, подпись)

Программа одобрена на заседании кафедры _____

Протокол № 10 от «23» июня 2021 года
Зав. кафедрой [подпись] / Тюрникова З.С.
(подпись) (Ф.И.О.)

Программа согласована с заведующим выпускающей кафедрой _____

[подпись] / Тюрникова З.С.
(наименование кафедры) (подпись, Ф.И.О., дата)

Программа одобрена Учебно-методическим советом _____ факультета/института

протокол № 10 от «23» июня 2021 года
Председатель Учебно-методического совета факультета [подпись] / Тюрникова З.С.
(подпись) (Ф.И.О.)

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета

протокол № 10 от «30» июня 2021 г.
Председатель Учебно-методического совета университета [подпись] / Тюрникова З.С.
(подпись) (Ф. И./О.)

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой