

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ФИЗИКА

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной программы

/ Нальгиева М. А.
от « 27 » 04 2026 г.

УТВЕРЖДАЮ

Декан физико-математического факультета

/ Мальсагов М.Х.
от « 28 » 04 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.03 ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВАКУУМА**

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

Направление подготовки (бакалавриат)

03.03.02 Физика

(код, наименование)

Направленность

Микроэлектроника

(наименование профиля, магистерской программы, специализации)

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения очная

(очная, заочная, очно-заочная)

Магас, 2026

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины «Физические основы вакуума» состоит в том, чтобы ознакомить студентов 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;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина «Физические основы вакуума» входит в пакет 3 курсе в 6 семестре дисциплин блока Б1.В.03 формирующих фундаментальное образование студентов по направлению 03.03.02 Физика. Профиль «Микроэлектроника». В табл. 2.1 приведены названия предметов и разделов, которые необходимо усвоить для изучения дисциплины «Физические основы вакуума».

Дисциплина «Физические основы вакуума» является основной для изучения дисциплин: «Введение в физику полупроводников», «Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов», которые читаются параллельно или позже.

В табл. 2.1, 2.2 приведены названия предметов и разделов, которые необходимо усвоить для изучения дисциплины.

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

Введение в физику 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
Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов. Методы контроля параметров полупроводниковых материалов	Методы экспериментального получения и исследования параметров и характеристик материалов, твердотельной, наноэлектроники. 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:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей;	Знать основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни
		УК-6.2. Определяет приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста;	Уметь эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения
		УК-6.3. Оценивает требования рынка труда и предложения образовательных услуг для выстраивания траектории собственного профессионального роста;	Владеть методами управления собственным временем; технологиями приобретения, использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни
ПК-4	ПК-4 способность понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований	ПК-4.1. Владеть практическими навыками планирования физических исследований, в том числе – в составе небольших научных коллективов ПК-4.2. Уметь использовать на практике теоретические осно-	Знать основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.

	ваний	вы организации и планирования физических исследований. ПК-4.3. Уметь осуществлять выбор наиболее оптимальных форм организации и планирования физических исследований. ПК-4.4. Знать, понимать и корректно излагать (формулировать) профессиональные задачи в своей области научно-исследовательской деятельности в соответствии с профессиональными профилями	Уметь эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения. Владеть методами управления собственным временем; технологиями приобретения, использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни
ПК-5	ПК-5. способность участвовать в подготовке и составлении научной документации по установленной форме.	ПК-5.1. Владеть методиками планирования и разработки сложных (в том числе – междисциплинарных) экспериментов в области теоретической физики и физики конденсированного состояния. ПК-5.2 Владеть экспериментальными навыками работы со сложным вычислительным и технологическим (в том числе – нанотехнологическим) оборудованием мирового уровня. ПК-5.3 Уметь понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию. Пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики конденсированного состояния вещества.	Знать атомную структуру и элементы симметрии основных полупроводников, методы определения основных параметров полупроводников; основы зонной теории кристаллических твёрдых тел; Уметь определять основные типы кристаллических решёток, находить элементы симметрии кристалла; определять экспериментально тип носителей заряда.

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 4.1	
Виды учебной работы	Всего час/зач. ед.
Контактная работа (всего)	60
Лекции (Л)	30
Практические занятия (ПЗ)	30
Самостоятельная работа (всего)	57
Подготовка к практическим занятиям	59

Курсовые работы	236
Вид отчетности	экзамен
Общая трудоёмкость	144/4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1				
РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ В СЕМЕСТРЕ	Лекции, (часы)	Практические занятия (ПР), час	СРС единицы (часы)	Всего, час
			3	5
РАЗДЕЛ I. Модуль 1. Физические основы вакуума	12	4	40	56
Тема 1.1. Давление и плотность газа Законы идеальных газов. Уравнение состояния идеальных газов. Уравнение состояния реальных газов. Закон распределения молекул газа по скоростям.	6	2	20	28
Тема 1.2. Средняя длина свободного пути. Объём газа, занимаемый молекулами, ударяющихся о поверхность стенки в единицу времени Явления переноса. Внутреннее трение в газах.	6	2	20	28
РАЗДЕЛ II. Модуль 2. Теоретические основы процесса откачки	22	12	54	48
Тема 2.1. 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.	6	2	18	16
Тема 2.2. Расчёт длительности откачки при квазистационарном течении газа и постоянных газовойделении и натекании. Классификация вакуумных насосов. Основные параметры и характеристики вакуумных насосов.	8	4	18	16
Тема 2.3. 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	8	6	18	16
Итого	30	30	57	144

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
	6	Обзорная лекция
РАЗДЕЛ II. Модуль 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА ОТКАЧКИ		
	7	Основные определения вакуумной техники
		Сопротивление и проводимость сложного вакуумного трубопровода
	8	Основное уравнение вакуумной техники
		Процессы изменения состояния газа в вакуумных системах
	9	Критерии определения границ режимов течения газа в трубопроводе
	10	Расчёт длительности откачки при квазистационарном течении газа и постоянных газовойделении и натекании
	11	Расчёт длительности откачки при переменном газовом потоке.
	12	Классификация вакуумных насосов
	13	Основные параметры и характеристики вакуумных насосов
	14	Механические вакуумные насосы с масляным уплотнением
	15	Принцип действия Области действия вакуумных насосов.
	16	Параметры и характеристики. Рабочие жидкости для насосов
	17	Конструкции насосов. Газобалластное устройство и откачка конденсирующихся паров
		Общее число часов 30

5.3 Практические занятия

Таблица 5.2		
№ 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. Уравнение состояния идеальных газов. Уравнение состояния реальных газов. Закон распределения молекул газа по скоростям.
2	2	Средняя длина свободного пути. Объём газа, занимаемый молекулами, ударяющихся о поверхность стенки в единицу времени. Явления переноса. Внутреннее трение в газах. Диффузия газов. Теплопроводность газов.
РАЗДЕЛ II. Модуль 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА ОТКАЧКИ		
3	3	Основные определения вакуумной техники. Сопротивление и проводимость сложного вакуумного трубопровода. Основное уравнение вакуумной техники
4	4	Процессы изменения состояния газа в вакуумных системах. Критерии определения границ режимов течения газа в трубопроводе.
5	5	Расчёт длительности откачки при квазистационарном течении газа и постоянных газовой выделении и натекании
6	6	Расчёт длительности откачки при переменном газовом потоке. Классификация вакуумных насосов Основные параметры и характеристики вакуумных насосов Механические вакуумные насосы с масляным уплотнением
7	7	Принцип действия Области действия вакуумных насосов. Параметры и характеристики. Рабочие жидкости для насосов
8	8	Конструкции насосов. Газобалластное устройство и откачка конденсирующихся паров
		Общее число часов 28

6. Образовательные технологии

А.Х. Матиев Физические основы вакуума. Курс лекций. Учебное пособие. Магас. -2021. 133 с <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 электронного курса 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	Сопротивление и проводимость сложного вакуумного трубопровода	Н Написание конспекта	изучить	Электронный курс ТКС (А.Х Матиев).	4

	Основное уравнение вакуумной техники				
2	Критерии определения границ режимов течения газа в трубопроводе Процессы изменения состояния газа в вакуумных системах	Н Написание конспекта	изучить	Электронный курс ТКС (А.Х Матиев).	4
3	Расчёт длительности откачки при квазистационарном течении газа и постоянных газовыделении и натекании	Н 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	Н 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 7.2			
№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Проверка конспектов	РАЗДЕЛ 1. Модуль 1. Физические основы вакуума	УК-6, ПК-4, ПК-5
2	Проверка конспектов	РАЗДЕЛ II. Модуль 2. Теоретические основы процесса откачки	УК-6, ПК-4, ПК-5

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

8.1. Примерный перечень вопросов, выносимых на экзамен

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 газо-выделении 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», междисциплинарную 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 .

Университет обеспечен следующим комплектом лицензионного программного обеспечения.

1. Лицензионное программное обеспечение, используемое в ИнГГУ
 - 1.1. Microsoft Windows 7
 - 1.2. Microsoft Office 2007
 - 1.3. Программный комплекс ММИС “Визуальная Студия Тестирования”
 - 1.4. Антивирусное ПО Eset Nod32

Наряду с традиционными изданиями студенты и сотрудники имеют возможность пользоваться электронными полнотекстовыми базами данных:

Таблица 9.1.

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru
«Образовательный ресурс России»	http://school-collection.edu.ru
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	http://www.edu.ru –
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	http://fcior.edu.ru -
ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА". Электронная библиотека технического вуза	http://polpred.com/news
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	http://www.studentlibrary.ru -
Русская виртуальная библиотека	http://rvb.ru –
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	http://e.lanbook.com -
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm
Научная электронная библиотека «e-Library»	http://elibrary.ru/defaultx.asp -
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru -
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо»	http://www.informio.ru
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	https://www.biblio-online.ru

Материально-техническое обеспечение

Для лекционных занятий. Аудитория № 303 386132, РИ, г.Назрань, Гамурзиевский округ, ул.Магистральная, д. 39«а». Ауд. №303. Площадь 71.6 квадратных метров.	специализированная учебная мебель для обучающихся и преподавателя; технические средства обучения (компьютерная техника, доска, мультимедийное оборудование: интерактивная доска, проектор); доступ к информационно-телекоммуникационной сети Интернет; учебно-методические материалы.
Аудитория №05 386132, РИ, г.Назрань, Гамурзиевский округ, ул. Магистральная, д. 39«а». Ауд. №05. Площадь 34.1 м ²	специализированная учебная мебель для обучающихся и преподавателя; технические средства обучения (ноутбук, доска); обеспечен доступ к информационно-телекоммуникационной сети Интернет; учебно-методические материалы.

Для самостоятельной работы обучающихся. Аудитория № 116: 386132, РИ, г.Назрань, Гамурзиевский округ, ул.Магистральная, д. 39«а». Ауд. №116. Площадь 36, м²	рабочие места для обучающихся, технические средства обучения (ноутбук, доска), доступ к сети Интернет, учебно-методические материалы, электронные образовательные ресурсы.
---	---

Рабочая программа дисциплины «Физические основы вакуума» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «07» августа 2020 г. № 891

Программа одобрена на заседании кафедры «Физика»
Протокол № 11 от «27» апреля 2026 года.

Программа одобрена Учебно-методической комиссией физико-математического факультета
Протокол № 6 от «28» апреля 2026 года.

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой
2026-2027уг	Протокол №11 от 27.04.26г.	Прописаны индикаторы достижения компетенций (знать, уметь, владеть). Фонд оценочных средств указан как приложение	