

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Минзарипов Р.Г.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Физика вакуума М2.В.2

Направление подготовки: 011800.68 - Радиофизика

Профиль подготовки: Физика магнитных явлений

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Тагиров М.С.

**Рецензент(ы):**

Тагиров Л.Р.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Тагиров М. С.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Тагиров М.С. Кафедра квантовой электроники и радиоспектроскопии Отделение радиофизики и информационных систем, Murat.Tagirov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) - Физика вакуума являются изучение современных представлений о природе физического вакуума. В физике вакуума возможно последовательное рассмотрение проблем фундаментальной физики и космологии. Процессы познания микро - и макромира имеют целью самосогласованное описание структуры и эволюции Вселенной и сходятся в свойствах физического вакуума. Фундаментальная взаимосвязь оснований космологии и физики микромира открывает принципиальную возможность исследовать эти основания в комплексном сочетании косвенных космологических, астрофизических и микрофизических эффектов. Понятие физического вакуума становится все более содержательным, его теоретическая применимость для объяснения огромного числа физических явлений и понимания физических абстракций постоянно растет. Понятие физический вакуум прочно вошло в фундаментальные физические теории.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.В.2 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.68 Радиофизика и относится к вариативной части. Осваивается на 1 курсе, 1, 2 семестры.

Дисциплина "Физика вакуума" входит в блок "Дисциплина по выбору" профессионального цикла подготовки магистров по направлению 011800.68 - "Радиофизика" и является необходимой для изучения в рамках магистерской программы "Физика магнитных явлений" Основные положения дисциплины должны быть использованы студентами в дальнейшем при прохождении научно-исследовательской практики (М.3) и в научно-исследовательской работе в рамках магистерской программы "Физика магнитных явлений"

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук;
ОК-5 (общекультурные компетенции)	способность порождать новые идеи (креативность)
ОК-7 (общекультурные компетенции)	способностью адаптироваться к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности;
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач;
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность применять на практике базовые профессиональные навыки;

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач (в соответствии с профилем подготовки);

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

современные подходы к "выведению" и интерпретации важнейших физических понятий (а может быть, и некоторых понятий других наук) в рамках физико-вакуумной модели мира. Физические принципы, лежащие в основе каждого из методов получения вакуума

2. должен уметь:

ориентироваться в современных методах получения вакуума исследования конденсированной материи

3. должен владеть:

практическими знаниями о границах практического применения методов и их сопоставление

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Студент должен демонстрировать способность и готовность работы с литературой на английском языке, активно использовать Интернет ресурсы.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины отсутствует в 1 семестре; зачет во 2 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение.	1	1	2	0	0	дискуссия
2.	Тема 2. Молекулярно-кинетическая теория газов.		2	4	0	0	дискуссия
3.	Тема 3. Границы раздела газ-твердое тело.	1	3	4	0	0	дискуссия
4.	Тема 4. Понятие о степенях вакуума.	1	4	4	0	0	дискуссия

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Адсорбция газов.	1	5	2	0	0	дискуссия
6.	Тема 6. Диффузия в твердых телах.	2	7	2	0	0	дискуссия
7.	Тема 7. Физические процессы в вакууме.	2	8	4	0	0	дискуссия
8.	Тема 8. Механические методы получения вакуума.	2	9	4	0	0	презентация
9.	Тема 9. Физико-химические методы получения вакуума.	2	10-11	4	0	0	презентация
10.	Тема 10. Физические основы методов измерения вакуума.	2	11-14	2	0	0	презентация
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	зачет
	Итого			32	0	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Введение.

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

История развития физики вакуума. Применение вакуума в науке и технике. Понятие о вакууме и давлении.

##### Тема 2. Молекулярно-кинетическая теория газов.

###### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Газовые законы. Взаимодействие газа с твердыми телами. Виды сорбции. Диффузия газов в твердых телах и проницаемость материалов.

##### Тема 3. Границы раздела газ-твердое тело.

###### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Частота соударений молекул газа с поверхностью и единицы давления. Распределение молекул газа по скоростям

##### Тема 4. Понятие о степенях вакуума.

###### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Частота соударений молекул газа с поверхностью и единицы давления. Распределение молекул газа по скоростям

##### Тема 5. Адсорбция газов.

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Сорбционные явления в вакууме. Энергия взаимодействия. Время адсорбции. Конденсация и испарение. Адсорбция газов и паров

##### Тема 6. Диффузия в твердых телах.

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Физические процессы в вакууме. Вязкость газов. Перенос теплоты в вакууме.

##### Тема 7. Физические процессы в вакууме.

###### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Электрические явления в вакууме. Диффузия в газах. Режимы течения газов.

### **Тема 8. Механические методы получения вакуума.**

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Механические методы получения вакуума. Общая характеристика вакуумных насосов. Механические вакуумные насосы. Объемная откачка. Конструкции объемных насосов Молекулярная откачка. Конструкции молекулярных насосов. Пароструйная откачка. Конструкции пароструйных насосов.

### **Тема 9. Физико-химические методы получения вакуума.**

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Физико-химические методы получения вакуума. Общая характеристика. Ионная откачка. Хемосорбционная откачка. Конструкции испарительных насосов. Криоконденсационная откачка. Криoadсорбционная откачка. Конструкции криогенных насосов. Ионно-сорбционная откачка. Конструкции ионно-сорбционных насосов

### **Тема 10. Физические основы методов измерения вакуума.**

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Физические основы измерения вакуума. Основы течеискания.

## **4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

<b>N</b>	<b>Раздел Дисциплины</b>	<b>Семестр</b>	<b>Неделя семестра</b>	<b>Виды самостоятельной работы студентов</b>	<b>Трудоемкость (в часах)</b>	<b>Формы контроля самостоятельной работы</b>
2.	Тема 2. Молекулярно-кинетическая теория газов.		2	Участие в дискуссии.	4	дискуссия
3.	Тема 3. Границы раздела газ-твердое тело.	1	3	Участие в дискуссии.	4	дискуссия
4.	Тема 4. Понятие о степенях вакуума.	1	4	Участие в дискуссии.	4	дискуссия
5.	Тема 5. Адсорбция газов.	1	5	Участие в дискуссии.	8	дискуссия
6.	Тема 6. Диффузия в твердых телах.	2	7	Участие в дискуссии.	4	дискуссия
7.	Тема 7. Физические процессы в вакууме.	2	8	Участие в дискуссии.	4	дискуссия
8.	Тема 8. Механические методы получения вакуума.	2	9	Подготовка к презентации	4	презентация
9.	Тема 9. Физико-химические методы получения вакуума.	2	10-11	Подготовка к презентации	4	презентация
10.	Тема 10. Физические основы методов измерения вакуума.	2	11-14	подготовка к презентации	4	презентация
	Итого				40	

## **5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

лекции и лабораторные работы

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

### **Тема 1. Введение.**

### **Тема 2. Молекулярно-кинетическая теория газов.**

дискуссия , примерные вопросы:

Основы теории идеального газа. Что такое температура?

### **Тема 3. Границы раздела газ-твердое тело.**

дискуссия , примерные вопросы:

Виды статистик распределение молекул газа.

### **Тема 4. Понятие о степенях вакуума.**

дискуссия , примерные вопросы:

Оценка средней длины свободного пробега

### **Тема 5. Адсорбция газов.**

дискуссия , примерные вопросы:

Уравнение Ленгмюра

### **Тема 6. Диффузия в твердых телах.**

дискуссия , примерные вопросы:

Механизмы диффузии в твердых телах.

### **Тема 7. Физические процессы в вакууме.**

дискуссия , примерные вопросы:

Эффект Казимира и Лэмбовский сдвиг. Механизмы диффузии в газах.

### **Тема 8. Механические методы получения вакуума.**

презентация , примерные вопросы:

Схемы радиальных, вихревых, водокольцевых и пластинчато-роторных насосов

### **Тема 9. Физико-химические методы получения вакуума.**

презентация , примерные вопросы:

Преимущества и недостатки различных методов получения вакуума.

### **Тема 10. Физические основы методов измерения вакуума.**

презентация , примерные вопросы:

Деформационные вакуумметры. Компрессионные вакуумметры. Манометры с трубкой Бурдона

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

При подготовке к дискуссиям студент должен проработать Интернет ресурсы тему лекций.

Список вопросов на зачёт:

1. Понятие о вакууме и давлении.
2. Газовые законы. Взаимодействие газа с твердыми телами. Виды сорбции.
3. Частота соударений молекул газа с поверхностью и единицы давления. Распределение молекул газа по скоростям
4. Атмосферное давление. Средняя длина свободного пути. Понятие о степенях вакуума.
5. Сорбционные явления в вакууме.
6. Растворимость газов в твердых телах. Степени покрытия поверхности .
7. Физические процессы в вакууме. Вязкость газов. Перенос теплоты в вакууме.
8. Электрические явления в вакууме. Диффузия в газах. Режимы течения газов.
9. Механические методы получения вакуума. Общая характеристика вакуумных насосов.



10. Механические вакуумные насосы. Объемная откачка. Конструкции объемных насосов Молекулярная откачка.
11. Конструкции молекулярных насосов. Пароструйная откачка. Конструкции пароструйных насосов.
12. Физико-химические методы получения вакуума. Общая характеристика. Ионная откачка. Хемосорбционная откачка.
13. Физические основы измерения вакуума

Самостоятельная работа студентов позволяет развить следующие компетенции:

при подготовке к презентациям - ОК-5, ОК-7, ПК-6

при подготовке к зачёту - ОК-1, ПК-1, ПК-2

при устных ответах (дискуссия) - ОК-1, ОК-5, ПК-1

### 7.1. Основная литература:

1. Вакуумная техника: Учебное пособие / А.Н. Попов. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2012. - 167 с.: ил.; 60x88 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-006031-6 <http://znanium.com/bookread.php?book=317368>
2. Физические основы электроники: Учебное пособие / В.В. Умрихин; Уником Сервис. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. - 304 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Технологический сервис). ISBN 978-5-98281-306-0. <http://znanium.com/bookread.php?book=316836>
3. Бармасов, А. В. Курс общей физики для природопользователей. Молекулярная физика и термодинамика: учеб. пособие / А. В. Бармасов, В. Е. Холмогоров / Под ред. А. П. Бобровского. - СПб.: БХВ- Петербург, 2009. - 499 с.: ил. - (Учебная литература для вузов). - ISBN 978-5-94157-731-6. <http://znanium.com/bookread.php?book=349974>
4. Электронная техника: Учебник / М.В. Гальперин. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 352 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0176-2 <http://znanium.com/bookread.php?book=420238>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. С.Дэшман. Научные основы вакуумной техники. М.: "МИР", 716 с. 1964
2. Л.Н.Розанов. Вакуумная техника. М.: Высшая школа, 320 с. 1990.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Вакуум и Физика. - <http://www.socratus.com/rus/vacuum-rus.htm>

Материал из Википедии ? свободной энциклопедии - <http://ru.wikipedia.org/wiki/Вакуум>

О природе физического вакуума - <http://kosinov.314159.ru/kosinov7.htm>

ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ИДЕИ О ПРИРОДЕ ВАКУУМА -

[http://rae.ru/fs/?section=content&op=show\\_article&article\\_id=2070](http://rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=2070)

Строение Вакуума (Леннауфильм) - <http://www.youtube.com/watch?v=PqqgYpUrd7I>

Структура вакуума - [http://www.youtube.com/watch?v=ntgX\\_NcxfP8](http://www.youtube.com/watch?v=ntgX_NcxfP8)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Физика вакуума" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:



Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебная лаборатория "Вакуумной и криогенной техники"

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011800.68 "Радиофизика" и магистерской программе Физика магнитных явлений

Автор(ы):

Тагиров М.С. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Тагиров Л.Р. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.