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. Таюрский Д.А.

_____ "___" _____20___ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

# Программа дисциплины

Физика и техника получения вакуума Б1.В.ДВ.5

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника
Профиль подготовки: не предусмотрено
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Клочков А.В.

**Рецензент(ы):**

Тагиров М.С.

**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 628117

Казань
2017



ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

## 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) доцент, к.н. Клочков А.В. Кафедра квантовой электроники и радиоспектроскопии Отделение радиофизики и информационных систем , klochkov@gmail.com

## 1. Цели освоения дисциплины

Основной целью освоения дисциплины является необходимость понимания студентами физических основ и принципов получения вакуума, его измерения и возможностей применения вакуумной техники в современных научных экспериментах.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.5 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина "Физика и техника получения вакуума" входит в базовую часть профессионального цикла. Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: Молекулярная физика, Квантовая теория, Термодинамика, Статистическая физика. Является базовой дисциплиной для таких курсов, как Физика вакуума и Физика низких температур. Освоение курса лекций и успешное выполнение лабораторных работ по данной дисциплине будет способствовать успешной профессиональной деятельности.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|---|---|
| ПК-2 (профессиональные компетенции) | готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники |
| ПК-6 (профессиональные компетенции) | готовность рассчитывать и проектировать основные параметры наноструктурных материалов различного функционального назначения |

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

теоретические основы, основные понятия, терминологию, законы вакуумной техники; иметь представление о современном состоянии этого раздела техники; Обладать знаниями о применении высокого и сверхвысокого вакуума;

2. должен уметь:

ориентироваться в современных методах получения высокого и сверхвысокого вакуума, понимать физические принципы, лежащие в их основе;

3. должен владеть:

практическими навыками в работе с вакуумметрами, вакуумной техникой и течеискателями

4. должен демонстрировать способность и готовность:

решать практические проблемы экспериментальной физики связанные с применением вакуумной техники

## 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 8 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. Концепция вакуума. Термодинамические законы. Краткая история вакуумной техники | 8 | 1-5 | 4 | 0 | 9 | Коллоквиум |
| 2. | Тема 2. Виды и типы вакуумных насосов, виды и режимы откачки | 8 | 6-10 | 3 | 0 | 9 | Коллоквиум |
| 3. | Тема 3. Принципы измерения вакуума, виды и типы манометров | 8 | 11-15 | 3 | 0 | 9 | Коллоквиум |
| 4. | Тема 4. Реальные вакуумные системы. Течи. Отгазовка. Поиск течей | 8 | 16-18 | 4 | 0 | 9 | Коллоквиум |
| . | Тема . Итоговая форма контроля | 8 | | 0 | 0 | 0 | Зачет |
| | Итого | | | 14 | 0 | 36 | |

### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Введение. Концепция вакуума. Термодинамические законы. Краткая история вакуумной техники**

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

Введение. Концепция вакуума. Определение вакуума. Виды вакуума. Термодинамические законы. Краткая история вакуумной техники. Типы потоков. Число Рейнольдса, параметр Кнудсена. Статистическая откачка.

***лабораторная работа (9 часа(ов)):***

Порядок работы с гелиевым течеискателем ПТИ-10;

**Тема 2. Виды и типы вакуумных насосов, виды и режимы откачки**

***лекционное занятие (3 часа(ов)):***

Виды и типы вакуумных насосов. Маслянные и безмасляные насосы. Форвакуумные насосы и насосы высокого вакуума. Пластинчато-роторные насосы. Поршневые насосы. Мембранные насосы. Турбомолекулярные насосы. Диффузионные насосы. Винтовые насосы. Адсорбционные насосы. Геттерные насосы. Крионасосы.

***лабораторная работа (9 часа(ов)):***

Устройство и порядок работы с механическими насосами, оценка их производительности;

**Тема 3. Принципы измерения вакуума, виды и типы манометров**

***лекционное занятие (3 часа(ов)):***

Принципы измерения вакуума. Прямые и непрямые манометры. Виды и типы манометров. Механические, емкостные, термопарные, ионизационные манометры. Другие типы манометров.

***лабораторная работа (9 часа(ов)):***

Манометры (устройство, принцип и порядок работы);

**Тема 4. Реальные вакуумные системы. Течи. Отгазовка. Поиск течей**

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

Реальные вакуумные системы. Откачка экспериментальной вакуумной камеры - последовательность действий. Источники загрязнения вакуумных систем. Течи. Принципы течеискания. Виды и типы течеискателей. Гелиевый течеискатель.

***лабораторная работа (9 часа(ов)):***

Подготовка экспериментальной вакуумной системы и откачка до высокого вакуума с помощью безмасленных вакуумных станций;

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

| N | Раздел Дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Тема 1. Введение. Концепция вакуума. Термодинамические законы. Краткая история вакуумной техники | 8 | 1-5 | подготовка к коллоквиуму | 15 | коллоквиум |
| 2. | Тема 2. Виды и типы вакуумных насосов, виды и режимы откачки | 8 | 6-10 | подготовка к коллоквиуму | 14 | коллоквиум |
| 3. | Тема 3. Принципы измерения вакуума, виды и типы манометров | 8 | 11-15 | подготовка к коллоквиуму | 15 | коллоквиум |
| 4. | Тема 4. Реальные вакуумные системы. Течи. Отгазовка. Поиск течей | 8 | 16-18 | подготовка к коллоквиуму | 14 | коллоквиум |


ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

| N | Раздел Дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Итого | | | | 58 | |

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Лекционные и практические занятия проводятся с использованием мультимедийного комплекса, позволяющего наглядно получать студентам всю необходимую информацию. Лабораторные занятия проводятся на современном вакуумном. Занятия проводятся в интерактивной форме, позволяющей студентам лучше усваивать материал. В лекциях уделено большое внимание разбору конкретных ситуаций практической реализации методов вакуумной техники. Качество обучения достигается за счет использования следующих форм учебной работы: лекции, лабораторные занятия и самостоятельная работа студента (выполнение индивидуальных домашних заданий)

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

**Тема 1. Введение. Концепция вакуума. Термодинамические законы. Краткая история вакуумной техники**

коллоквиум , примерные вопросы:

1. Концепция вакуума. Определение вакуума. Виды вакуума. 2. Термодинамические законы. 3. Краткая история вакуумной техники. 4. Типы потоков. Число Рейнольдса, параметр Кнудсена. 5. Статистическая откачка.

**Тема 2. Виды и типы вакуумных насосов, виды и режимы откачки**

коллоквиум , примерные вопросы:

1. Виды и типы вакуумных насосов. 2. Маслянные и безмасляные насосы. Форвакуумные насосы и насосы высокого вакуума. 3. Пластинчато-роторные насосы. 4. Поршневые насосы. 5. Мембранные насосы. 6. Турбомолекулярные насосы. 7. Диффузионные насосы. 8. Винтовые насосы. 9. Адсорбционные насосы. 10. Геттерные насосы. 11. Крионасосы.

**Тема 3. Принципы измерения вакуума, виды и типы манометров**

коллоквиум , примерные вопросы:

1. Принципы измерения вакуума. 2. Прямые и непрямые манометры. 3. Виды и типы манометров. 4. Механические, емкостные, термопарные, ионизационные манометры. 5. Другие типы манометров.

**Тема 4. Реальные вакуумные системы. Течи. Отгазовка. Поиск течей**

коллоквиум , примерные вопросы:

1. Реальные вакуумные системы. 2. Откачка экспериментальной вакуумной камеры - последовательность действий. 3. Источники загрязнения вакуумных систем. 4. Течи. Принципы течеискания. Виды и типы течеискателей. 5. Гелиевый течеискатель.

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Самостоятельная работа студентов заключается в подготовке к коллоквиумам, посредством повторения лекционного материала, чтения основной и дополнительной литературы.

Самостоятельная работа студентов, подготовка к коллоквиумам и экзамену позволяет развить компетенции ПК-13, ПК-14, ПК-18, ПК-2, ПК-23. А именно развивать способности выявлять естественно-научную сущность проблем физики и техники получения вакуума привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат, оценивать свойства материалов и выбирать их для решения проблем техники вакуума и сосздания вакуумных систем и установок, применять знания о фундаментальных основах технологических процессов получения материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.

Вопросы к зачету:

1. Концепция вакуума. Определение вакуума. Виды вакуума.
2. Термодинамические законы.
3. Краткая история вакуумной техники.
4. Типы потоков. Число Рейнольдса, параметр Кнудсена.
5. Статистическая откачка.
6. Виды и типы вакуумных насосов.
7. Маслянные и безмасляные насосы. Форвакуумные насосы и насосы высокого вакуума.
8. Пластинчато-роторные насосы.
9. Поршневые насосы.
10. Мембранные насосы.
11. Турбомолекулярные насосы.
12. Диффузионные насосы.
13. Винтовые насосы.
14. Адсорбционные насосы.
15. Геттерные насосы.
16. Крионасосы.
17. Принципы измерения вакуума.
18. Прямые и непрямые манометры.
19. Виды и типы манометров.
20. Механические, емкостные, термопарные, ионизационные манометры.
21. Другие типы манометров.
22. Реальные вакуумные системы.
23. Откачка экспериментальной вакуумной камеры - последовательность действий.
24. Источники загрязнения вакуумных систем.
25. Течи. Принципы течеискания. Виды и типы течеискателей.
26. Гелиевый течеискатель.

### 7.1. Основная литература:

1. Попов, А.Н. Вакуумная техника. [Электронный ресурс] - Электрон. дан. - Минск : Новое знание, 2012. - 167 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/3729

2. Беркин, А.Б. Физические основы вакуумной техники/Беркин А.Б., Василевский А.И. - Новосиб.: НГТУ, 2014. - 84 с. - Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=546221

3. Новиков, И.И. Термодинамика. [Электронный ресурс] - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2009. - 592 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/286

4. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 3. Молекулярная физика и термодинамика. [Электронный ресурс] - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2011. - 224 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/706

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Иванов, И. Вакуумный практикум: учебно-методическое пособибие / Иванов И. - Ростов-на-Дону:Издательство ЮФУ, 2009. - 56 с. - Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=553467

2. Демихов, К.Е. Вакуумная техника: справочник. [Электронный ресурс] / К.Е. Демихов, Ю.В. Панфилов, Н.К. Никулин, И.В. Автономова. - Электрон. дан. - М. : Машиностроение, 2009. - 590 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/723

3. Шешин, Е.П. Вакуумные технологии: Учебное пособие / Е.П. Шешин. - Долгопрудный: Интеллект, 2009. - 504 с.- Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=194315

4. Фриш, С.Э. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.1. Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны. [Электронный ресурс] / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2008. - 480 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/416

5. Зисман, Г.А. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.1. Механика. Молекулярная физика. Колебания и волны. [Электронный ресурс] / Г.А. Зисман, О.М. Тодес. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2007. - 352 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/505

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Kurt Lesker company - http://www.lesker.com/newweb/index.cfm

Leak detection - http://www.desy.de/~ahluwali/technicalnotes/2007_03.pdf

The temperature of a Vacuum - http://van.physics.illinois.edu/qa/listing.php?id=1046

Vacuum Physics and Technology - http://zumbuhllab.unibas.ch/pdf/talks/MansVacuumNotes.pdf

Vacuum technology by Pfeiffer - http://www.pfeiffer-vacuum.com/know-how/container.action

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

Освоение дисциплины "Физика и техника получения 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 оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Мультимедийный комплекс для чтения лекций.

Учебная лаборатория вакуумной и криогенной техники.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):
Клочков А.В. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Тагиров М.С. _____
"__" _____ 201 __ г.