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

Основы вакуумной и криогенной техники Б3.ДВ.12

Направление подготовки: 011800.62 - Радиофизика
Профиль подготовки: Физика магнитных явлений
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 618318

Казань
2018

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. (доцент) 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 низких температур и высокого вакуума, их измерения и возможностей применения вакуумной и криогенной техники в современных научных экспериментах.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.ДВ.12 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.62 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр.

Дисциплина (Б3.В.7) входит в базовую часть профессионального цикла (Б3). 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
ОК-10 (общекультурные компетенции)	способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ОК-12 (общекультурные компетенции)	способность к правильному использованию общенаучной и специальной терминологии
ОК-3 (общекультурные компетенции)	способность к постановке цели и выбору путей ее достижения, настойчивость в достижении цели
ОК-4 (общекультурные компетенции)	способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль своей профессиональной деятельности
ОК-8 (общекультурные компетенции)	способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность использовать базовые теоретические знания (в том числе по дисциплинам профилизации) для решения профессиональных задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность применять на практике базовые профессиональные навыки

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

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

2. должен уметь:

ориентироваться в современных методах получения и измерения низких и сверхнизких температур, понимать физические принципы, лежащие в основе каждого из методов; ориентироваться в современных методах получения высокого и сверхвысокого вакуума, понимать физические принципы, лежащие в их основе;

3. должен владеть:

практическими навыками в работе с криогенными жидкостями, низкотемпературными термометрами, вакуумметрами, вакуумной техникой

4. должен демонстрировать способность и готовность:

решать практические проблемы экспериментальной физики связанные с применением вакуумной и криогенной техники

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 5 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. Концепции вакуума и температуры. Термодинамические законы.	5	1-6	12	0	12	Коллоквиум
2.	Тема 2. Основы криогенной техники.	5	7-12	12	0	12	Коллоквиум
3.	Тема 3. Основы вакуумной техники.	5	13-18	12	0	12	Коллоквиум
.	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	Экзамен
	Итого			36	0	36	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Концепции вакуума и температуры. Термодинамические законы.

лекционное занятие (12 часа(ов)):

Введение. Концепции вакуума и температуры. Термодинамические законы. Краткая история криогеники и вакуумной техники. Методы получения (ожижения) криогенных жидкостей. Свойства твердых тел при низких температурах.

лабораторная работа (12 часа(ов)):

Идеальный газовый термометр. Определение скрытой теплоты испарения жидкого азота. Изменение свойств твердых тел при охлаждении.

Тема 2. Основы криогенной техники.

лекционное занятие (12 часа(ов)):

Криогенная техника. Свойства жидкого гелия-4 и гелия-3. Получение низких и сверхнизких температур. Термометрия. Первичные и вторичные термометры.

лабораторная работа (12 часа(ов)):

Устройство и работа с экспериментальным криостатом 4He, заливка; Откачка паров 4He, калибровка угольного термометра Allen-Bradley; Экспериментальное наблюдение перехода 4He в сверхтекучее состояние, определение температуры перехода и построение зависимости теплоемкости жидкого 4He от температуры в диапазоне 1.5 - 4.2 K; Термометрия, калибровка различных типов термометров в широком диапазоне температур; Работа с погружным (dip-stick) криостатом; Принцип, устройство и порядок работы с продувным (flow) криостатом;

Тема 3. Основы вакуумной техники.

лекционное занятие (12 часа(ов)):

Вакуумная техника и методы получения высокого и сверхвысокого вакуума. Способы измерения вакуума, манометры.

лабораторная работа (12 часа(ов)):

Порядок работы с гелиевым течеискателем ПТИ-10; Поиск реальных течей; Определение концентрации смеси 3He-4He масс-спектрометрическим методом с помощью ПТИ-10; Устройство и порядок работы с механическими насосами, оценка их производительности; Манометры (устройство, принцип и порядок работы); Устройство, принцип работы и порядок работы с безмасленными вакуумными станциями, на основе турбомолекулярных насосов; Подготовка экспериментальной вакуумной системы и откачка до высокого вакуума с помощью безмасленных вакуумных станций; Работа с современным автоматизированным гелиевым течеискателем;

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. Концепции вакуума и температуры. Термодинамические законы.	5	1-6	подготовка к коллоквиуму	12	коллоквиум
2.	Тема 2. Основы криогенной техники.	5	7-12	подготовка к коллоквиуму	12	коллоквиум
3.	Тема 3. Основы вакуумной техники.	5	13-18	подготовка к коллоквиуму	12	коллоквиум
	Итого				36	

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 и криогенном оборудовании. Занятия проводятся в интерактивной форме, позволяющей студентам лучше усваивать материал. В лекциях уделено большое внимание разбору конкретных ситуаций практической реализации методов вакуумной и криогенной 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. Концепции вакуума и температуры. Термодинамические законы.

коллоквиум , примерные вопросы:

1. Введение. Концепции вакуума и температуры. 2. Термодинамические законы. 3. Краткая история криогеники и вакуумной техники. 4. Методы получения (ожижения) криогенных жидкостей. 5. Свойства твердых тел при низких температурах.

Тема 2. Основы криогенной техники.

коллоквиум , примерные вопросы:

1. Криогенная техника. 2. Свойства жидкого гелия-4 и гелия-3. 3. Получение низких и сверхнизких температур. 4. Термометрия. Первичные и вторичные термометры.

Тема 3. Основы вакуумной техники.

коллоквиум , примерные вопросы:

1. Вакуумная техника 2. Методы получения высокого и сверхвысокого вакуума. 3. Способы измерения вакуума 4. Манометры.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Самостоятельная работа студентов позволяет развить следующие компетенции:

при подготовке к коллоквиуму - ОК-3, ОК-4, ОК-8

при подготовке к лабораторным занятиям - ОК-10, ПК-2, ПК-3

при подготовке к экзамену - ПК-1, ОК-10, ОК-3

при устных ответах - ОК-12, ПК-2, ПК-1

Примерные вопросы к экзамену:

1. Концепции вакуума и температуры. Законы термодинамики.Определение вакуума и температуры

3. Краткая история криогеники и вакуумной техники.

4. Методы получения (ожижения) криогенных жидкостей.

5. Свойства твердых тел при низких температурах. Сопротивление Капицы.

7. Свойства жидкого гелия-4 и гелия-3.

8. Получение температур 1К-300К. Продувка, криостаты, антикриостат,

погружной криостат, откачка паров и др.

9. Получение температур 1мК-1К. Рефрижератор растворения, эффект померанчука и др.

10. Получение температур ниже 1мК. Адиабатическое размагничивание.

9. Термометрия. Первичные и вторичные термометры.

10. Вакуумная техника. Режимы откачки.

11. Методы получения форвакуума

12. Методы получения высокого и сверхвысокого вакуума.

13. Способы измерения вакуума. Манометры

7.1. Основная литература:

1. Байков, Ю.А. Физика конденсированного состояния. [Электронный ресурс] / Ю.А. Байков, В.М. Кузнецов. - Электрон. дан. - М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 296 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/70766

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

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

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

7.2. Дополнительная литература:

1. 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

2. 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

3. 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

4. Логинов, В.С. Примеры и задачи по тепломассообмену. [Электронный ресурс] / В.С. Логинов, А.В. Крайнов, В.Е. Юхнов, Д.В. Феоктистов. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2011. - 256 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/1553

5. 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

6. 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

7.3. Интернет-ресурсы:

Bose-Einstein condenasation - http://www.colorado.edu/physics/2000/bec/

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

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

Nobel Laureates in Physics - http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/

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 "Основы вакуумной и криогенной техники" 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 011800.62 "Радиофизика" и профилю подготовки Физика магнитных явлений .

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

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