

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР
А.В. Бурмистров

«21» ноября 2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине

Б1.В.ОД.7 «Электрические явления в вакууме»

Направление подготовки	15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Профиль	Вакуумная и компрессорная техника физических установок
Квалификация (степень) выпускника	<u>БАКАЛАВР</u>
Форма обучения	очная
Институт, факультет	ИХНМ, механический
Кафедра-разработчик рабочей программы	ВТЭУ
Курс, семестр	3к., 5с.

Наименование	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия	18	0,5
Лабораторные занятия	18	0,5
Самостоятельная работа (СРС)	54	1,5
Форма аттестации: <i>зачет</i>	-	-
Всего	108	3

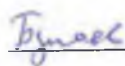
Казань, 2017г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (утвержден приказом МИНОБРНАУКИ России от 20 октября 2015 года № 1170) по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» для профиля «Вакуумная и компрессорная техника физических установок», на основании учебного плана набора обучающихся 2015-2017г.г.

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

доцент



С.А. Булаев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТЭУ
протокол от 15 ноября 2017г. № 2

Зав. кафедрой, профессор

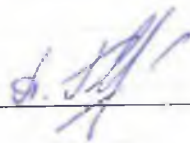


В.А. Аляев

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии МФ
от « 20 » ноября 2017г. № 8

Председатель комиссии, доцент



А.В. Гаврилов

Начальник УМЦ, доцент



Л.А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Электрические явления в вакууме» являются:

- а) формирование знаний о процессах, происходящих на границе твердое тело – вакуум;
- б) изучение конструкций и принципа действия катодов как источника электронов;
- в) формирование знаний об основных газовых разрядах в вакууме и сопровождающих их электрических явлениях;
- г) изучение принципа действия электровакуумных приборов.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электрические явления в вакууме» относится к вариативной части учебного плана ООП.

Для успешного освоения дисциплины выпускник бакалавриата по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.Б.6 Физика;
- б) Б1.Б.14 Материаловедение
- в) Б1.Б.15 Технология конструкционных материалов
- г) Б1.Б.13 Теория механизмов и машин;
- д) Б1.Б.17 Электротехника и электроника
- е) Б1.В.ОД.4 Современные методы расчета элементов вакуумных систем
- ж) Б1.В.ДВ.7.1 Вакуум – измерительные приборы
- з) Б1.В.ОД.10 Физика вакуума

Знания, полученные при изучении дисциплины «Электрические явления в вакууме», могут быть использованы при прохождении производственной, преддипломной практики и выполнении выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», а также при изучении следующих дисциплин:

- а) Б1.В.ОД.11 Струйные и сорбционные вакуумные насосы
- б) Б1.В.ОД.14 Монтаж и эксплуатация вакуумного оборудования
- в) Б1.В.ОД.15 Вакуумные установки

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе изучения данной дисциплины студент должен овладеть **следующими компетенциями:**

ПК-1 - способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки;

ПК-3 - способностью принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машин и оборудования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- принцип работы и устройство электрофизических вакуумных насосов;
- основные принципы написания отчетов о работе вакуумного оборудования, основанного на электрических процессах в вакууме;
- процессы, проходящие при эмиссии заряженных частиц;
- аналитическое описание основных процессов;
- взаимосвязь внешних и внутренних рабочих параметров разрядов;
- влияние внешних факторов на протекание разряда в вакууме.

Уметь:

- анализировать полученную информацию, о принципе действия и работе вакуумного технологического оборудования;
- изучать и анализировать научно-техническую информацию по электрическим процессам протекающих в вакууме;

- описывать полученные результаты и излагать их в отчетах, необходимых на предприятии;
- учитывать влияние эмиссии заряженных частиц на процессы, происходящие в вакууме;
- распознавать по внешним характеристикам разновидности разрядов в вакууме;
- отличать состояние полностью ионизованного газа (плазма) от обычного разряда.

Владеть:

- способностью к изучению научно-технической информации по вакуумному технологическому оборудованию, работа которого основана на электрических явлениях в вакууме;
- способностью проводить работы на оборудовании, принцип действия которого основан на электрических процессах протекающих в вакууме;
- приемами и навыками применения приборов, создающих и контролирующих разряды в вакууме;
- навыками анализа и оценки влияния внешних факторов на условия возникновения газовых разрядов и плазмы;
- навыками внедрения полученных результатов работы по изучению электрических процессов, протекающих в вакууме;
- современными методами измерений параметров состояния газа при пониженных давлениях.

4. Структура и содержание дисциплины «Электрические явления в вакууме»

№ п/п	Раздел дисциплины (темы)	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лек-ции	Практ. занят	Лаб. раб.	СРС	
1	<u>Тема 1</u> Движение ионов и электронов в газе. Работа выхода электрона.	5	3	4	6	8	Тестирование, отчет по лабораторным работам, отчет по практическим работам.
2	<u>Тема 2</u> Металлопористые (металло-капиллярные) термокатоды	5	3	4	4	8	Тестирование, реферат, контрольная работа, отчет по лабораторным работам, отчет по практическим работам.
3	<u>Тема 3</u> Автоэлектронная эмиссия	5	2	-	4	7	Тестирование, отчет по лабораторным работам,
4	<u>Тема 4</u> Элементарные процессы при газовом разряде	5	3	6	-	8	Тестирование, реферат, отчет по практическим работам.
5	<u>Тема 5</u> Катодное распыление	5	2	-	-	8	Тестирование
6	<u>Тема 6</u> Различные виды газового разряда	5	3	4	4	8	Тестирование, реферат, контрольная работа, отчет по лабораторным работам, отчет по практическим работам.
7	<u>Тема 7</u> Плазма	5	2	-	-	7	Тестирование, реферат,

	Итого:		18	18	18	54	
	Промежуточная аттестация						зачет

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины (темы)	Часы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1.	<u>Тема 1.</u> Движение ионов и электронов в газе	3	Различные типы газовых ионов, законы возникновения и рекомбинации ионов. Ионизация молекул газа. Элементарные процессы на границе между твердыми телами и вакуумом (или газом). Работа выхода электрона из твердого тела в вакуум. Термокатоде. Вторичная электронная эмиссия	ПК-1, ПК-3
2.	<u>Тема 2.</u> Металлопористые (металлокапилляр-ные) термокатоды	3	Виды катодов, особенности конструкции, достоинства и недостатки.	ПК-1, ПК-3
3.	<u>Тема 3.</u> Автоэлектронная эмиссия	2	Электроны и силы, действующие на него, потенциал взаимодействия.	ПК-1
4.	<u>Тема 4.</u> Элементарные процессы при газовом разряде	3	Ионизация и образование электронов. Образование лавины электронов и лавины ионов.	ПК-1
5	<u>Тема 5.</u> Катодное распыление	2	Описание явления. Закономерности и свойства.	ПК-1, ПК-3
6	<u>Тема 6.</u> Различные виды газового разряда	3	Таунсендовский разряд. Тлеющий разряд. Тлеющее свечение и фарадеево темное пространство. Дуговой разряд. Искровой разряд. Коронный разряд.	ПК-1, ПК-3
7	<u>Тема 7.</u> Плазма	2	Сущность процесса. Условие квазинейтральности плазмы.	ПК-1, ПК-3

6. Содержание практических занятий

№ п/п	Тема	Часы	Наименование практического занятия	Краткое содержание	Форм-ые комп-ии
1	<u>Тема 1</u>	4	<u>Практическое занятие № 1.</u> Ионы, электроны и их взаимодействие друг с другом	Ионы, электроны и их взаимодействие друг с другом.	ПК-1, ПК-3
2	<u>Тема 2</u>	4	<u>Практическое занятие № 2.</u> Термоэлектронная эмиссия	Катоды, типы, устройство, принцип работы.	ПК-1, ПК-3
3	<u>Тема 4, 6</u>	4	<u>Практическое занятие № 3.</u> Разряды в газах и	Таунсендовский разряд. Тлеющий разряд. Тлеющее свечение и фарадеево темное пространство.	ПК-1, ПК-3

			вакууме		
4	<u>Тема 4, 6</u>	2	<u>Практическое занятие № 4.</u> Разряды в газах	Дуговой разряд. Искровой разряд. Коронный разряд.	<i>ПК-1, ПК-3</i>
5	<u>Тема 4</u>	2	<u>Практическое занятие № 5.</u> Ионные источники (обзор)	Узлы и устройство, принцип работы некоторых ионных источников. Их сравнение, достоинства и недостатки. Общие характеристики источников.	<i>ПК-1, ПК-3</i>
6	<u>Тема 4</u>	2	<u>Практическое занятие № 6.</u> Ионный источник с холодным катодом	Принцип работы ионного источника с холодным катодом. Достоинства и недостатки.	<i>ПК-1, ПК-3</i>

Цель проведения практических занятий - закрепление теоретических знаний на практике; усвоение умений исследовательской работы; усвоение умений практической работы; применение теоретических знаний для решения практических задач; саморазвитие студента.

Режим проведения практических занятий – по 2 часа.

Практические занятия проводятся в помещении учебных лабораторий кафедры «Вакуумная техника электрофизических установок» с использованием специального оборудования.

7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Тема	Часы	Наименование лабораторного занятия	Краткое содержание	Форм-ые комп-ии
1	<u>Тема 1</u>	2	<u>Лабораторная работа № 1.</u> Работа выхода электрона из твердого тела в вакуум	Поверхность металла, электрон и индуцированный заряд; особенности их взаимодействия и свойства.	<i>ПК-1, ПК-3</i>
3	<u>Тема 1</u>	4	<u>Лабораторная работа № 3.</u> Механотроны	Электро-вакуумные приборы - механотроны. Принципиальное устройство, принцип работы, достоинство и недостатки.	<i>ПК-1, ПК-3</i>
2	<u>Тема 2</u>	4	<u>Лабораторная работа № 2.</u> Термоэлектронная эмиссия	Устройство электровакуумного прибора - диода, его конструкция и принцип работы. Рассмотрен электровакуумный прибор - триод, его конструкция и принцип работы. Ознакомление с устройством электронно-лучевой трубки как прибора, работа которого основана на получении и использовании в своей работе электронов.	<i>ПК-1, ПК-3</i>
4	<u>Тема 2, 3</u>	4	<u>Лабораторная работа № 4.</u> Термокатоды и виды электронной эмиссии	Виды термокатодов, их применение и свойства.	<i>ПК-1, ПК-3</i>
5	<u>Тема 6</u>	4	<u>Лабораторная работа № 5.</u>	Электрическая дуга. Условия её существования, особенности.	<i>ПК-1, ПК-3</i>

			Электрическая дуга как источник тепла		
--	--	--	--	--	--

Цель проведения лабораторных занятий - освоение лекционного материала и материала СРС, касающегося изучения электровакуумных приборов и устройств получения электронов, выбора необходимых приборов и аппаратуры, получение навыков эксплуатации, детальное изучение вакуумного оборудования и видов газовых разрядов.

Режим проведения лабораторных занятий – по 4 часа.

Лабораторные занятия проводятся в помещении учебных лабораторий кафедры «Вакуумная техника электрофизических установок» с использованием специального оборудования.

8. Самостоятельная работа обучающегося

№ п/п	Темы дисциплины	Часы	Форма СРС	Форм-ые комп-ии
1	Тема №1.	8	проработка лекционного и иного теоретического материала, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной и практической работе. Подготовка к тестированию	ПК-1, ПК-3
2	Тема № 2.	8	проработка лекционного и иного теоретического материала, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной и практической работе. Подготовка к тестированию, подготовка к контрольной работе, оформление реферата	ПК-1, ПК-3
3	Тема № 3.	7	проработка лекционного и иного теоретического материала, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе. Подготовка к тестированию	ПК-1, ПК-3
4	Тема № 4.	8	проработка лекционного и иного теоретического материала, подготовка к практической работе, оформление отчета по практической работе. Подготовка к тестированию, оформление реферата	ПК-1, ПК-3
5	Тема № 5	8	проработка лекционного и иного теоретического материала, Подготовка к тестированию	ПК-1, ПК-3
6	Тема № 6	8	проработка лекционного и иного теоретического материала, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной и практической работе. Подготовка к тестированию, подготовка к контрольной работе, оформление реферата	ПК-1, ПК-3
7	Тема № 7	7	проработка лекционного и иного теоретического материала, Подготовка к тестированию, оформление реферата	ПК-1, ПК-3

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

Значения текущего рейтинга выставляются преподавателем при выполнении всех контрольных точек и заданий (исходя из максимальной оценки 100 баллов) на основании положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса ФГБОУ ВО «КНИТУ».

Вид работы	Количество работ	Максимальный балл	Минимальная сумма баллов	Максимальная сумма баллов
<i>Текущий контроль</i>				
Лабораторные работы	5	4	10	20
Практические работы	6	3	12	18
Реферат	2	10	14	20
Контрольные работы	2	5	6	10
Тестирование	1	30	18	32
			60	100
<i>Промежуточный контроль (зачет)</i>				

10 Информационно-методическое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Электрические явления в вакууме» в качестве источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

10.1 Основная литература

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Физика неидеальной плазмы/ Фортов В.Е., Храпак А.Г., Якубов И.Т.. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 528 с.	ЭБС КнигаФонд http://www.knigafund.ru/books/174668/read Доступ из любой точки интернета после регистрации с ИАдресов КНИТУ
2. Яфаров Р.К. Физика СВЧ вакуумно-плазменных нанотехнологий/ Р.К. Яфаров Р.К. – М.:ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 216 с.	ЭБС КнигаФонд http://www.knigafund.ru/books/174669/read Доступ из любой точки интернета после регистрации с ИАдресов КНИТУ
3. Тамм И.Е. Основы теории электричества: учебное пособие для вузов/ И.Е. Тамм– М.:ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 616 с.	ЭБС КнигаФонд http://www.knigafund.ru/books/106341/read Доступ из любой точки интернета после регистрации с ИАдресов КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Основы физики плазмы / пер. с англ. под общ. ред. Л.М. Зеленого ; ред. перевода А.М. Садовский .— М. : Физматлит, 2009 .— 583 с. : ил.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Райзер Ю.П. Физика газового разряда: монография - 3-е изд., перераб. и доп. — Долгопрудный: Интеллект, 2009 . - 736 с.	6 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Кузьмин В.В. Техника измерения вакуума: монография / В.В. Кузьмин; Казан.гос. технол. ун-т.- Казань, 2009 .— 300 с.	5 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Миямото Кенро Основы физики плазмы и управляемого синтеза / пер. с англ., под ред.В.Д.Шафранова; ред. перевода В.В.Арсенин, В.И.Ильгисонис .— М. : Физматлит, 2007 .— 424 с.	3 экз. в УНИЦ КНИТУ
5. Биттенкорт Жозе А. Основы физики плазмы / пер. с англ. под общ. ред. Л.М. Зеленого ; ред. перевода А.М. Садовский .— М. : Физматлит, 2009 .— 583 с.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Электрические явления в вакууме» рекомендовано использование электронных источников информации:

- Электронные каталоги: УНИЦ (<http://library.kstu.ru/> , <http://ruslan.kstu.ru/>);
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) «КнигаФонд» (www.knigafund.ru).

Согласовано:

Зав. сектором ОКУФ



11. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся разработаны согласно Положению о Фонде оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформлены отдельным документом.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Лаборатории кафедры ВТЭУ

При изучении дисциплины «Электрические явления в вакууме» используются учебные лаборатории кафедры «Вакуумная техника электрофизических установок», а именно

1. Специализированная лаборатория «Вакуумные средства откачки»

В-325а, которая была оснащена в рамках выполнения программы развития национального исследовательского университета

1.1 Установка для нанесения покрытий «ВАТТ 700-2М».

Установка вакуумная напылительная «ВАТТ-700-2М» предназначена для нанесения структурированных и нанокompозитных покрытий в плазме пониженного давления. Установка одноканальная периодического действия.

Состав установки:

Вакуумная камера с внутрикамерным оборудованием, Высоковакуумный диффузионный насос НВДМ-400; Затвор пневматический 23ВП-400; Ловушка ЛП-400; Пластинчато-роторный насос 2НВР-90Д. Вакуумная арматура фирмы SMC: XLA-63DG-M9PLA, XLAV-50L-M9/-5L; Система пневмо-распределения. Система охлаждения. Вакуумметры.

2. Лекции

Лаборатория В-325а «Вакуумные насосы», оснащена презентационной техникой (проектор Toshiba S20, экраном настенным рулонным SlimScreen, ноутбуком Toshiba R , - проектором BENQ MP61).

13. Образовательные технологии.

При освоении дисциплины «Электрические явления в вакууме» используются активные и интерактивные формы проведения занятий (лекции 2 часа, практические занятия 10 часов): разбор конкретных ситуаций, которые позволяют вести диалог с обучающимися по вопросам их будущей специальности.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине Б1.В.ОД.7 «Электрические явления в вакууме»

По направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
для профиля подготовки «Вакуумная и компрессорная техника физических установок»

для набора обучающихся 2019 года

для очной формы обучения

пересмотрена на заседании кафедры «ВТЭУ»

№п /п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры)	Нали- чие измене ний	Наличие изменен ий в списке литерату ры	Разработчик РП Доц. С.А. Булаев	Заведующий кафедрой Проф. В.А. Аляев	Начальник УМЦ Доц. Л.А. Китаева
1	№ 7от 6.06.2019	Есть*	Нет**	Булаев	Аляев	Китаева

*Пункт Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

<https://www.elibrary.ru/>

Внесены дополнения в пункт Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Лицензированное свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Электрические явления в вакууме»:

- Офисные и деловые программы MS Office 2007 Russian;
- Офисные и деловые программы MS Office 2010-2016 Standard

***Если в списке литературы есть изменения, обновленный список необходимо утвердить у заведующей сектором комплектования УНИЦ и один экземпляр представить в УМЦ/ОМг/ОАиД.*