

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
А.В. Бурмистров
« 4 » 09. 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине

Б1.В.ДВ.10.2

«Потоки в вакуумных системах»

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Профиль подготовки Вакуумная и компрессорная техника физических установок
Квалификация (степень) выпускника бакалавр
Форма обучения очная
Институт, факультет ИХНМ, механический
Кафедра-разработчик рабочей программы ВТЭУ
Курс, семестр 4 к., 7 с.

Наименование	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия	-	-
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	18	0,5
Самостоятельная работа	72	2
Форма аттестации: <i>зачет</i>	-	-
Всего	108	3

Казань, 2018 г.

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 2015-2018г.г.

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

доцент



М.Г. Фомина

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТЭУ
протокол от 31.08 2018г. № 1

Зав. кафедрой, профессор



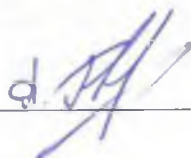
В.А. Аляев

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии МФ

от « 03 » 09 2018г. № 7

Председатель комиссии, доцент



А.В. Гаврилов

Начальник УМЦ, доцент



Л.А. Китасва

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Потоки в вакуумных системах» являются:

- а) формирование знаний в области расчета и определения полных потоков натекания в вакуумную систему;
- б) овладение методами расчета диффузионного газовыделения и проницаемости газов через материалы вакуумных систем;
- в) овладение навыками работы с методами расчета диффузионного газовыделения и проницаемости газов через материалы вакуумных систем;
- г) овладение методами расчета тепловых потоков в вакуумных системах;

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Потоки в вакуумных системах» является дисциплиной по выбору, относится к вариативной части ООП.

Для успешного освоения дисциплины «Потоки в вакуумных системах» обучающийся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.Б.6 Физика;
- б) Б1.Б.5 Математика;
- в) Б1.Б.7 Химия;
- г) Б1.Б.22 Термодинамика
- д) Б1.В.ОД.9 Теплообмен
- е) Б1.В.ОД.10 Физика вакуума

Дисциплина «Потоки в вакуумных системах» необходима для успешного освоения следующих дисциплин:

- а) Б1.В.ОД.14 Монтаж и эксплуатация вакуумного оборудования;
- б) Б1.В.ОД.11 Струйные и сорбционные вакуумные насосы;
- в) Б1.В.ОД.13 Расчет и конструирование элементов вакуумного оборудования;
- г) Б.3.В.ОД.15 Вакуумные установки;

Знания, полученные при изучении дисциплины «Потоки в вакуумных системах», используются при выполнении выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

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

ПК-9 умение применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению;

ПК-10 способность обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления, умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий;

ПК-12 способность участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- а) понятия: особенности расчета потоков газопроницаемости и газовыделения с учетом материала, температуры, давления и рода газа;

- б) газовыделение за счет диффузии газа из объема материала и поверхностного слоя;
- в) применение 2-го закона диффузии Фика;
- г) понятия: особенности расчета тепловых потоков в вакуумных системах;
- д) определение угловых коэффициентов при различных положениях поверхностей.

2) Уметь:

- а) рассчитывать газовыделение из твердых материалов с учетом температуры и концентраций;
- б) рассчитывать газопроницаемость материалов с учетом температуры и давления;
- в) рассчитывать полные потоки натекания с учетом газовыделения и газопроницаемости;
- г) рассчитывать тепловые потоки в вакуумных системах установок при низ-ких давлениях с использованием метода угловых коэффициентов;
- д) определять угловые коэффициенты для различных конфигураций поверхностей.

3) Владеть:

- а) навыками правильного использования справочной и нормативной литературы;
- б) методикой расчета тепловых потоков в вакуумной системе;
- в) методами расчета диффузионного газовыделения и проницаемости газов через материалы вакуумных систем.

4. Структура и содержание дисциплины «Потоки в вакуумных системах»

№ п/п	Раздел дисциплины (темы)	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лек- ции	Прак- тич. занят	Лаб. раб.	СРС	
1	Тема 1	7	2	-	-	-	тестирование,
2	Тема 2	7	2	-	-	-	Тестирование, реферат
3	Тема 3	7	2	-	6	24	Тестирование, отчет по лабораторным работам
4	Тема 4	7	2	-	8	24	Тестирование ,отчет по лабораторным работам
5	Тема 5	7	2	-	4	24	Тестирование, отчет по лабораторным работам
6	Тема 6	7	8	-	-	-	Тестирование
	Итого:		18	-	18	72	зачет

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.

№ п/п	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Форм-ые комп-ии
1	2	<u>Тема 1</u> Вводная лекция	Общие сведения о конструкционных материалах, используемых в высоковакуумных системах. Понятия о газопроницаемости и газовыделении материалов в вакууме. Диффузия газов из объема и поверхностного слоя	ПК-9 ПК-10 ПК-12
2	2	<u>Тема 2</u> Закон Фика	Граничные условия для решения уравнения Фика, решения уравнения Фика для стационарного режима. Задачи газопроницаемости	ПК-9 ПК-10 ПК-12
3	2	<u>Тема 3</u> Расчет потока газовыделения	Постановка задачи. Методика расчета. Обезгаживание внутренних поверхностей деталей вакуумной системы, выполненные из различных материалов	ПК-9 ПК-10 ПК-12
4	2	<u>Тема 4</u> Расчет потока газопроницаемости	Постановка задачи. Использование константы проницаемости и энергии активации процесса. Влияние температуры и перепада давлений на поток проницаемости. Особенности проникновения гелия и водорода	ПК-9 ПК-10 ПК-12
5	2	<u>Тема 5</u> Суммарный поток натекания газа в вакуумную камеру	Постановка задачи. Основные закономерности и алгоритм расчета	ПК-9 ПК-10 ПК-12
6	8	<u>Тема 6</u> Тепловые потоки в вакуумных установках	Основные положения теплообмена излучением. Геометрическая структура полей излучения, вектор излучения. Дифференциальные уравнения излучения. Расчеты геометрических угловых коэффициентов излучения. Расчеты методами прямого и контурного интегрирования. Анализ угловых коэффициентов излучения. Излучения системы с поверхностями конечных размеров. Экспериментальные методы определения угловых коэффициентов излучения	ПК-9 ПК-10 ПК-12

Лекционные занятия проводятся с использованием инновационных образовательных технологий - разбор конкретных ситуаций, которые позволяют вести диалог с будущими выпускниками бакалавриата по вопросам их будущей специальности.

6. Содержание практических занятий

Практические занятия по дисциплине учебным планом не предусмотрены

7. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия проводятся с использованием инновационной образовательной технологии – разбор конкретных ситуаций, которая позволяет вести диалог с бакалаврами по вопросам их будущей специальности.

	Тема	Наименование лабораторного занятия	Краткое содержание	Часы	Форм-ые ком-ии
1	3	<u>Лабораторная работа №1</u> Определение потоков газовыделения с внутренней поверхности вакуумной камеры	Рассчитать по исходным данным поток газовыделения с внутренней поверхности вакуумной камеры, выполненной из нержавеющей стали. Определить время откачки вакуумной камеры с учетом найденного потока	6	ПК-9 ПК-10 ПК-12
2	4	<u>Лабораторная работа №2</u> Расчет потоков в вакуумную систему за счет диффузии	Рассчитать поток газовыделения за счет диффузии газов из атмосферы в стеклянную ампулу по заданным параметрам	4	ПК-9 ПК-10 ПК-12
3	4	<u>Лабораторная работа №3</u> Определение потока газопроницаемости гелия через тонкую пластину	Рассчитать поток газопроницаемости газа через металлическую пластину по заданным параметрам	4	ПК-9 ПК-10 ПК-12
4	5	<u>Лабораторная работа №4</u> Расчет суммарного потока натекания в вакуумную систему	Рассчитать суммарный поток газа, поступающий в вакуумную камеру через резиновое уплотнение по заданным параметрам	4	ПК-9 ПК-10 ПК-12

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала, касающегося определения газовых потоков, поступающих в вакуумную камеру, выбор материала уплотнения и методы снижения общего суммарного потока натекания.

Лабораторные занятия проводятся в помещении учебных лабораторий кафедры «Вакуумная техника электрофизических установок» с использованием специального оборудования, а также в компьютерном классе.

8. Самостоятельная работа обучающегося

№п/п	Темы дисциплины	Часы	Форма СРС	Форм-ые компетенции
1	Тема 3 Расчет потока газовой выделения	24	проработка лекции №3 и другого теоретического материала, подготовка, оформление и сдача лабораторной работы №1, выполнение реферата	ПК-9 ПК-10 ПК-12
2	Тема 4 Расчет потоков проницаемости	24	проработка лекции №4 и другого теоретического материала, оформление, подготовка к сдаче лабораторной работы №2, 3, выполнение реферата	ПК-9 ПК-10 ПК-12
3	Тема 5 Суммарный поток натекания газа в камеру	24	проработка лекции №5 и другого теоретического материала, выполнение, оформление, подготовка и сдача лабораторной работы №4, выполнение реферата	ПК-9 ПК-10 ПК-12
	Итого	72		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

Значения текущего рейтинга выставляются преподавателем при выполнении всех контрольных точек и заданий (исходя из максимальной оценки 100 баллов).

Система оценки знаний в рамках изучения дисциплины «Потоки в вакуумной системе»

Вид работы	Кол-во работ	Максимальный балл	Освоен пороговый уровень компетенций	Освоен продвинутый уровень компетенций	Освоен высокий уровень компетенций
Лабораторная работа	4	15	33-43	43-53	53-60
тестирование	1	10	7-8	8-9	9-10
реферат	3	10	20-22	22-25	25-30
Итого			60-73	73-87	87-100
Промежуточный контроль (зачет)					

10 Информационно-методическое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Потоки в вакуумных системах» в качестве источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

10.1 Основная литература

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Вакуумная техника. Оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация. Ч.1. Инженерно-физические основы: учебное пособие / М.Х. Хабляян, Г.Л. Саксаганский, А.В. Бурмистров; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2013. – 232 с.	84 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Вакуумная техника. Оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация [Электронный ресурс] : учебное пособие: в 2 ч. Ч.2. Вакуумные насосы / М.Х. Хабляян, Г.Л. Саксаганский, А.В. Бурмистров ; Казан. нац. исслед. технол. ун-т. — Казань : Изд-во КНИТУ, 2016. — 300 с. : ил.	171 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Розанов Л.Н. Вакуумная техника. М., Высш. шк., 2007. - 392 с.	100 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Методы расчета сложных вакуумных систем/ С.Б.Нестеров, А.В. Бурмистров и др. - М.: ОМР.ПРИНТ, 2012. - 370 с.	200 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Демихов К.Е. Вакуумные системы: учебное пособие / Демихов К.Е., Никулин Н.К. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. - 76 с.	ЭБС КнигаФонд http://www.knigafund.ru/books/174546 Доступ с любой точки Интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ
3. Ситников А.В. Физические основы вакуумной техники: учеб. пособие /А.В. Ситников; Воронежский гос. техн. ун-т.— Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2011. — 81 с.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Вакуумная техника: Справочник / К.Е. Демихов, Ю.В. Панфилов, Н.К. Никулин и др.; под общ. ред. К.Е. Демихова, Ю.В. Панфилова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2009. - 590 с., ил.	149 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Потоки в вакуумных системах» рекомендовано использование электронных источников информации:

- Электронные каталоги: УНИЦ (<http://library.kstu.ru/>, <http://ruslan.kstu.ru/>, <http://ft.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

12.1. Лабораторные занятия

При изучении дисциплины «Потоки в вакуумных системах» используются учебные лаборатории кафедры «Вакуумная техника электрофизических установок», а также компьютерный класс, оснащенный персональными компьютерами Pentium 4.

Кроме того, для освоения материала курса используются следующие стенды учебной лаборатории В-325б «Динамика разреженных сред»:

Лабораторный стенд для измерения проводимости сложных элементов вакуумных систем.

Лабораторный стенд для измерения проводимости элементов вакуумных систем методом аналогии

Лабораторный стенд для исследования газовыделения материалов в вакууме

Лабораторный стенд для исследования поглощения газов синтетическими цеолитами

Лабораторный стенд для исследования физической сорбции на непористом адсорбенте

12.2. Лекционные занятия

При чтении лекций по дисциплине «Потоки в вакуумных системах» используются комплект электронных презентаций и слайдов. Аудитория В-325а оснащена презентационной техникой (проектор Оверхед -проектор "MEDIUM Traveller 3" , экран, компьютер/ноутбук).

12.3. Прочее

Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

13. Образовательные технологии

Лабораторные занятия (13час.) проводятся с использованием интерактивной формы обучения (разбор конкретных ситуаций), что составляет 36,1% от аудиторных занятий.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине Б1.В.ДВ.10.2 «Потоки в вакуумных системах»

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)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Разработчик РП Проф. В.А. Аляев	Заведующий кафедрой Проф. В.А. Аляев	Начальник УМЦ Доц. Л.А. Китаева
1	№7 от 6.06.2019	Есть*	Нет**			

*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 «Потоки в вакуумных системах»:

- 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.**