

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

УТВЕРЖДАЮ



И.о. зав. кафедрой ВТЭУ

А.В. Бурмистров

«11» января 2025 г.

ПРОГРАММА

вступительных испытаний в магистратуру

Направление 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»

Программа подготовки: Проектирование и эксплуатация вакуумного
технологического оборудования

Институт химического и нефтяного машиностроения

Кафедра-разработчик программы:
Вакуумная техника электрофизических установок

Казань 2025 г.

**1. Вопросы программы вступительного экзамена
в магистратуру по направлению**

15.04.02 «Технологические машины и оборудование»

**Программа подготовки: Проектирование и эксплуатация вакуумного
технологического оборудования**

1. Уравнение Гюгонио и его анализ. Уравнение обращения воздействий. Движение газа в трубе
2. Течение в суживающихся и расширяющихся каналах. Основные характеристики сопла Лаваля и трубы Вентури.
3. Проводимость элемента вакуумной системы. Проводимость последовательно и параллельно соединенных элементов.
4. Понятия – вакуумная установка, вакуумная система, система вакуумирования. Основное уравнение вакуумной техники.
5. Газовыделение и газопроницаемость материалов.
6. Виды сорбции. Физическая сорбция. Хемосорбция. Промышленные адсорбенты.
7. Теплота сорбции. Поверхность пористого адсорбента. Изотермы адсорбции на идеальной поверхности.
8. Молекулярно-ситовое действие цеолитов.
9. Основные принципы выбора материалов вакуумных систем. Основные требования к материалам, используемым в вакуумной технике.
10. Индикаторная диаграмма. Виды и назначение. Понятие идеального компрессора (ИК). Отличия действительного компрессора (ДК) от ИК. Отличия индикаторной диаграммы ИК и действительного компрессора.
11. Устройство и работа поршневого вакуумного насоса. Изменение числа ступеней и порядок их работы. Расчет объема всасывания.
12. Особенности насоса типа НВМ. Безмасляность. Требования к материалам мембран. Откачные параметры. Расчетные формулы.
13. Деформационные вакуумметры. Принцип действия и классификация. Гидростатические вакуумметры. Принцип действия и уравнение измерения давления.
14. Ионизационные вакуумметры с внутренним и внешним коллектором. Верхний и нижний пределы измерения давления электронно-ионизационных вакуумметров.
15. Магнитные электроразрядные вакуумметры. Принцип действия
16. Компрессионный вакуумметр. Принцип действия.
17. Тепловые вакуумметры. Принцип действия, типы.
18. Типы и основные характеристики масс-спектрометров. Эксплуатационные требования, предъявляемые к масс-спектрометрам.
19. Принцип действия и конструкции датчиков контроля толщины покрытий по массе (весовой датчик, кварцевый резонатор, вибрационный датчик).
20. Резистивный метод контроля толщины покрытий в вакууме. Применение, преимущества и недостатки.
21. Откачка паров воды вакуумными насосами с масляным уплотнением. Газобалластное устройство, принцип его работы.
22. Принцип действия и устройство пластинчато-статорного насоса. Быстрота действия. Область рабочих давлений.
23. Принцип действия и устройство пластинчато-роторного насоса. Быстрота действия. Область рабочих давлений.
24. Принцип действия и устройство двухроторного насоса. Быстрота действия. Область рабочих давлений.

25. Принцип действия и устройство золотникового насоса. Быстрота действия. Область рабочих давлений.
26. Принцип действия и устройство водокольцевого насоса. Быстрота действия. Область рабочих давлений.
27. Бустерные вакуумные насосы. Конструкция вакуумных насосов. Рабочие жидкости, используемые в бустерных насосах. Эксплуатация и назначение.
28. Диффузионные вакуумные насосы. Конструкция вакуумных насосов. Характеристики диффузионных насосов. Рабочие жидкости для диффузионных насосов. Преимущества и недостатки. Миграция паров рабочей жидкости из диффузионных насосов, улавливающие устройства.
29. Адсорбционные вакуумные насосы. Межмолекулярные силы взаимодействия между адсорбентом и газом. Механизм откачки газа различными адсорбентами.
30. Классификация выпарных аппаратов. Простое и многократное выпаривание. Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки.
31. Термоэлектронные катоды. Конструктивные особенности и основные параметры катодов.
32. Разряды в вакууме, их классификация. Необходимые условия развития разряда. Зависимость типов разрядов от плотности тока и давления. Виды вольт - амперной характеристики газового разряда.
33. Тлеющий разряд. Характерные признаки, составные части тлеющего разряда. Внешний вид тлеющего разряда. Переход из тлеющего разряда в дуговой.
34. Дуговые разряды. Классификация дугового разряда.
35. Пластинчато-роторные вакуумные насосы. Правила эксплуатации и возможные неисправности. Устранение неисправностей. Запуск и останов согласно руководству по эксплуатации. Работа в аварийных ситуациях.
36. Диффузионные насосы. Правила эксплуатации и возможные неисправности. Устранение неисправностей. Запуск и останов согласно руководству по эксплуатации. Работа в аварийных ситуациях.
37. Двухроторные насосы. Правила эксплуатации и возможные неисправности. Устранение неисправностей. Запуск и останов согласно руководству по эксплуатации. Работа в аварийных ситуациях.
38. Вакуумные системы на базе диффузионных насосов. Правила эксплуатации вакуумных систем. Возможные неисправности. Работа в аварийных ситуациях.
39. Вакуумные системы на базе турбомолекулярных насосов. Правила эксплуатации вакуумных систем. Возможные неисправности. Работа в аварийных ситуациях.
40. Вакуумные системы на базе адсорбционных насосов. Правила эксплуатации вакуумных систем. Возможные неисправности. Работа в аварийных ситуациях.

**2. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы
вступительного экзамена в магистратуру по направлению**

15.04.02 «Технологические машины и оборудование»

**Программа подготовки: Проектирование и эксплуатация вакуумного
технологического оборудования**

а) Основная литература

1. Розанов Л.Н. Вакуумная техника. М., Высш. шк., 2007.- 392 с.
2. Основы научных исследований / Б.И. Герасимов, В.В. Дробышева, Н.В. Злобина, Е.В. Нижегородов, Г.И. Терехова. – М.: ФОРУМ, 2013. – 272 с.
3. Вакуумная техника. Оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация. Ч.1. Инженерно-физические основы: учебное пособие / М.Х. Хаблянян, Г.Л. Саксаганский, А.В. Бурмистров; Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2013. – 232с.
4. Вакуумная техника. Оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация [Электронный ресурс]: учебное пособие: в 2 ч. Ч.2. Вакуумные насосы / М.Х. Хаблянян, Г.Л. Саксаганский, А.В. Бурмистров; Казан. нац. исслед. технол. ун-т. — Казань: Изд-во КНИТУ, 2016.— 300 с.: ил.
5. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие / В.М. Маслова, И.В. Кохова, В.Г. Ляшко; под редакцией В.М. Масловой – 3 изд., перераб. и доп. – М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА. – М, 2015. – 240 с.
6. Монтаж и эксплуатация вакуумного оборудования: учебное пособие /М.Г. Фомина; Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2016. – 196 с.
7. Кулачково-зубчатые вакуумные насосы: учебное пособие /А.А. Райков, С.И. Саликеев, А.В. Бурмистров; Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2019. – 80с.
8. Двухроторные вакуумные насосы типа Рутс: учебное пособие/ А.А. Райков, С.И. Саликеев, А.В. Бурмистров, А.А. Исаев; Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2021. – 84с.
9. Процессы газовой выделения и проницаемости материалов вакуумных систем: учебное пособие/Д.В. Косенков, В.А. Аляев; ; Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2021. – 84с.

б) дополнительная литература:

1. Каталог вакуумного оборудования/ АО «Вакууммаш». - Казань, 2014.
2. Бурмистров А.В. Бесконтактные вакуумные насосы: учеб. пособие / А.В. Бурмистров; Казан. гос. технол. ун-т.— Казань, 2010.— 102 с.
3. Панфилович К.Б. Теоретические основы вакуумной техники: учебное пособие/ К.Б. Панфилович, П.И. Бударин, А. Х. Садыков. – Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та; Казань, 2009. 150 с.

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.
5. Лашинский А.А. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры [Справочники]: справочник / под ред. Н.Н. Логинова. — 4-е изд., стереотип. — М.: Арис, 2010.— 752с.: ил., табл.
6. Бесконтактные безмасляные вакуумные насосы: практикум /А.А. Райков, С.И. Саликеев, А.В. Бурмистров; Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2021. – 148с.
7. Насосы и компрессоры: практикум/ Д.И. Сагдеев, Д.В. Косенков. М.Г. Фомина, В.А. Аляев; Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2022. – 148с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ: Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «Лань»: Режим доступа: <https://e.lanbook.com>
3. Образовательная платформа «Юрайт»: Режим доступа: <https://urait.ru/>
4. ЭБС «Znanium.com»: Режим доступа: <http://znanium.com/>
5. ЭБС IPR Smart: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
6. Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru/>