

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
материаловедения и индустрии наносистем



В.М. Иевлев
20.06.2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.04.01 Физические основы вакуумной техники

- 1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**
04.03.02 Химия, физика и механика материалов
- 2. Профиль подготовки/специализация:**
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** Материаловедения и индустрии наносистем
- 6. Составители программы:** Сербин Олег Викторович,
кандидат физико-математических наук, доцент
- 7. Рекомендована:** рекомендована научно-методическим советом химического факультета, протокол № 5 от 24.05.2018
- 8. Учебный год:** 2019-2020

Семестр(ы): 4

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель: является изучение научных основ вакуумной техники, физических явлений происходящих в вакууме, устройства и действия откачных, измерительных и коммутационных устройств, методов расчетов для проектирования вакуумной техники.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Б1,В – дисциплина по выбору вариативной части

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-1	способностью использовать основные современные методологические, теоретические и экспериментальные подходы к проведению научных исследований по выбранному профилю программы	знать: физические основы современной вакуумной техники; принцип действия и устройство откачных средств и аппаратуры для измерения вакуума; методологию эксплуатации и приемы работы с вакуумной техникой; методы расчета и проектирования вакуумно-технологического оборудования электронной промышленности. уметь: разрабатывать вакуумную часть специального нестандартного технологического оборудования, производить расчет газовых потоков и основных технических характеристик вакуумных систем; конструирование и расчет вакуумной коммутационной и вспомогательной аппаратуры. владеть: современным оборудованием для получения, измерения и контроля вакуума, методами расчета и проектирования вакуумного оборудования..

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 4/144.

Форма промежуточной аттестации – зачет с оценкой.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		4	...	
Аудиторные занятия	60	60		
в том числе: лекции	30	30		
практические	30	30		
лабораторные				
Самостоятельная работа	84	84		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час./ экзамен – 36 час.)	0		Зачет	
Итого:	144		144	

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
-----	---------------------------------	-------------------------------

1. Лекции		
1.1	Основные определения и понятия вакуумной техники.	Основные определения и понятия вакуумной техники. Применение вакуума.
		Понятие о вакууме и давлении. Давление газа. Законы идеальных газов. Единицы давления
		Понятие о процессе откачки вакуумной системы. Быстрота откачки объекта. Быстрота откачивающего действия насоса
		Поток газа. Основное уравнение вакуумной техники
1.2	Методы и оборудование для получения вакуума	Классификация вакуумных насосов.
		Основные параметры насосов. Объемная откачка. Предельное давление объемной откачки
		Механические насосы. Вращательные масляные насосы. Пластинчатороторные насосы.
		Механические насосы. Вращательные масляные насосы. Пластинчатостаторные насосы
		Золотниковые (плунжерные) насосы.
		Принцип газобалласта.
		Масло для вращательных насосов.
		Основные параметры насосов. Быстрота действия. Метод постоянного объема. Устройство для определения быстроты действия насоса. Метод постоянного давления.
		Многопластинчатые насосы.
		Молекулярная откачка. Внутреннее трение газа
		Молекулярные насосы. Пароструйные насосы
		Диффузионные насосы. Свойства рабочих жидкостей диффузионных насосов.
		Параметры пароструйных насосов. Определение скорости откачки пароструйных насосов.
		Ионные насосы.
		Насосы, использующие физикохимическое связывание газов.
		Поглощение и выделение газов твердыми телами.
		Факторы, способствующие поглощению газов твердым телом. Поглощение газов материалами. Обезгаживание
		Насосы, работающие на физикохимическом связывании газов. Ионносорбционный насос.
		Магниторазрядные насосы.
		Адсорбционные насосы.
Криогенные насосы (конденсационные).		
Турбомолекулярные насосы.		
1.3	Методы и приборы для измерения давления в вакуумных системах	Приборы для измерения полного давления разреженного газа (манометры). Деформационные манометры.
		Приборы для измерения полного давления разреженного газа (манометры). Мембранные манометры.
		Тепловые манометры. Теплопроводность газа
		Манометры сопротивления.
		Термопарные манометры.
		Электронные ионизационные манометры.
		Магнитные электроразрядные манометры
Контроль состава остаточной атмосферы. Масс-спектрометры		
1.4	Течеискание. Процесс откачки. Методы улучшения вакуума	Течеискание. Методы течеискания
		Откачные вакуумные системы. Процесс откачки.
		Ловушки
2. Практические занятия		
2.1	Проектный расчет вакуумных систем	Расчет вакуумных систем. Проектный расчет.
2.2	Поверочный расчет высоковакуумных систем	Расчет вакуумных систем. Поверочный расчет. Расчет суммарного потока газов.
		Расчет вакуумных систем. Поверочный расчет. Расчет проводимости высоковакуумной системы.

	Расчет вакуумных систем. Поверочный расчет. Расчет эффективной быстроты откачки и давления в рабочей камере.
	Расчет вакуумных систем. Поверочный расчет. Расчет времени предварительной откачки.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Основные определения и понятия вакуумной техники.	2			4	6
2	Методы и оборудование для получения вакуума	14			8	22
3	Методы и приборы для измерения давления в вакуумных системах	10			5	15
4	Течискание. Процесс откачки. Методы улучшения вакуума	4			5	9
5	Проектный расчет вакуумных систем		8		16	24
6	Поверочный расчет высоковакуумных систем		22		46	68
Итого:		30	30		84	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

Организация изучения дисциплины предполагает:

- изучение основных и дополнительных литературных источников;
- текущий контроль успеваемости в форме устного опроса.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Дэшман, С. Научные основы вакуумной техники / С. Дэшман ; Пер. с англ. под ред. М.И. Меньшикова .— М. : Мир, 1964 .— 715 с.
2	Розанов Л.Н. Вакуумная техника : Учебник для студ.вузов, обучающихся по спец."Электронное машиностроение" / Л. Н. Розанов .— 2-е изд.перераб.и доп. — М. : Высш.шк., 1990 .— 319 с

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3.	Королев, Б. И.. Основы вакуумной техники / Б. И. Королев .— 5-е изд., перераб. — М. ; Л. : Энергия, 1964
4.	Грошковский, Я. Техника высокого вакуума / Я. Грошковский ; Пер. с пол. В.Л. Булата и Э.Л. Булата; с прил. Э.М. Рейхруделя и Г.В. Смирницкой .— М. : Мир, 1975 .— 622 с

5.	Кучеренко Е. Т. Справочник по физическим основам вакуумной техники / Е. Т. Кучеренко .— Киев : Вища школа : Изд-во при Киев. ун-те, 1981 .— 263 с.
----	--

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1.	http://www.elibrary.ru – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии более 1400 российских научно-технических журналов, в том числе более 500 журналов в открытом доступе.
2.	Chemnet - официальное электронное издание Химического факультета МГУ в Internet, http://www.chem.msu.ru/rus/
3.	Образовательный ресурс по материаловедению – http://www.materialscience.ru/lectures.htm

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Попов.А. Н. Вакуумная техника : [учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по техн. специальностям] / А.Н. Попов .— Москва ; Минск : ИНФРА-М : Новое знание, 2012 .— 165 с

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

мультимедийный проектор , экран, ноутбук, диффузионный вакуумный насос, пластинчато-роторный вакуумный насос, спиральный безмасляный насос, вакуумметры, вакуумная установка

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)

<p>ПК-1 способностью использовать основные современные методологические, теоретические и экспериментальные подходы к проведению научных исследований по выбранному профилю программы.</p>	<p>знать: физические основы современной вакуумной техники; принцип действия и устройство откачных средств и аппаратуры для измерения вакуума; методологию эксплуатации и приемы работы с вакуумной техникой; методы расчета и проектирования вакуумно-технологического оборудования электронной промышленности.</p> <p>уметь: разрабатывать вакуумную часть специального нестандартного технологического оборудования, производить расчет газовых потоков и основных технических характеристик вакуумных систем; конструирование и расчет вакуумной коммутационной и вспомогательной аппаратуры.</p> <p>владеть: современным оборудованием для получения, измерения и контроля вакуума, методами расчета и проектирования вакуумного оборудования..</p>	<p>Основные определения и понятия вакуумной техники. Методы и оборудование для получения вакуума. Методы и приборы для измерения давления в вакуумных системах. Течискание. Процесс откачки. Методы улучшения вакуума. Проектный расчет вакуумных систем. Поверочный расчет высоковакуумных систем.</p>	<p>Устный опрос.</p>
<p>Промежуточная аттестация</p>			<p>КИМ</p>

* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, применять теоретические знания для решения практических задач в области вакуумной техники.	Повышенный уровень	Отлично
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), допускает отдельные ошибки при решении практических задач в области вакуумной техники.	Базовый уровень	Хорошо
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен решать практические задачи в области вакуумной техники.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.	–	Неудовлетворительно

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к зачету:

- 1) Основные определения и понятия вакуумной техники. Применение вакуума.
- 2) Понятие о вакууме и давлении. Давление газа. Законы идеальных газов. Единицы давления
- 3) Понятие о процессе откачки вакуумной системы. Быстрота откачки объекта. Быстрота откачивающего действия насоса
- 4) Поток газа. Основное уравнение вакуумной техники
- 5) Классификация вакуумных насосов.
- 6) Основные параметры насосов. Объемная откачка. Предельное давление объемной откачки
- 7) Механические насосы. Вращательные масляные насосы. Пластинчатороторные насосы.
- 8) Механические насосы. Вращательные масляные насосы. Пластинчатостаторные насосы
- 9) Золотниковые (плунжерные) насосы.
- 10) Принцип газобалласта.
- 11) Масло для вращательных насосов.
- 12) Основные параметры насосов. Быстрота действия. Метод постоянного объема. Устройство для определения быстроты действия насоса. Метод постоянного давления.
- 13) Многопластинчатые насосы.
- 14) Молекулярная откачка. Внутреннее трение газа
- 15) Молекулярные насосы. Пароструйные насосы
- 16) Диффузионные насосы. Свойства рабочих жидкостей диффузионных насосов.
- 17) Параметры пароструйных насосов. Определение скорости откачки пароструйных насосов.
- 18) Ионные насосы.
- 19) Насосы, использующие физикохимическое связывание газов.
- 20) Поглощение и выделение газов твердыми телами.
- 21) Факторы, способствующие поглощению газов твердым телом. Поглощение газов материалами. Обезгаживание
- 22) Насосы, работающие на физикохимическом связывании газов. Ионносорбционный насос.
- 23) Магниторазрядные насосы.
- 24) Адсорбционные насосы.
- 25) Криогенные насосы (конденсационные).
- 26) Турбомолекулярные насосы.
- 27) Приборы для измерения полного давления разреженного газа (манометры). Деформационные манометры.
- 28) Приборы для измерения полного давления разреженного газа (манометры). Мембранные манометры.
- 29) Тепловые манометры. Теплопроводность газа
- 30) Манометры сопротивления.
- 31) Термопарные манометры.
- 32) Электронные ионизационные манометры.
- 33) Магнитные электроразрядные манометры
- 34) Контроль состава остаточной атмосферы. Масс-спектрометры
- 35) Течеискание. Методы течеискания
- 36) Откачные вакуумные системы. Процесс откачки.
- 37) Ловушки.
- 38) Расчет вакуумных систем. Проектный расчет.

- 39) Расчет вакуумных систем. Поверочный расчет. Расчет суммарного потока газов. Пример расчета.
- 40) Расчет вакуумных систем. Поверочный расчет. Расчет проводимости высоковакуумной системы. Пример расчета.
- 41) Расчет вакуумных систем. Поверочный расчет. Расчет эффективной быстроты откачки и давления в рабочей камере. Пример расчета.
- 42) Расчет вакуумных систем. Поверочный расчет. Расчет времени предварительной откачки. Пример расчета.

19.3.2 Перечень практических заданий

- 1) Расчет вакуумных систем. Проектный расчет.
- 2) Расчет вакуумных систем. Поверочный расчет. Расчет суммарного потока газов. Пример расчета.
- 3) Расчет вакуумных систем. Поверочный расчет. Расчет проводимости высоковакуумной системы. Пример расчета.
- 4) Расчет вакуумных систем. Поверочный расчет. Расчет эффективной быстроты откачки и давления в рабочей камере. Пример расчета.
- 5) Расчет вакуумных систем. Поверочный расчет. Расчет времени предварительной откачки. Пример расчета.

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме устного опроса, защиты рефератов выполнения практического задания. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.