

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Сварка и металлургия»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б.1.2.06 «Физика технического вакуума»

направления подготовки

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Профиль «*Электронные приборы и устройства*»

форма обучения – очная

курс – 3

семестр – 6

зачетных единиц – 3

часов в неделю – 2

всего часов – 108

в том числе:

лекции – 18

практические занятия – 18

самостоятельная работа – 72

зачет – 6 семестр

Рабочая программа составлена на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» (уровень бакалавриата), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 12.03.2015 № 218;
- учебного плана СГТУ по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» (квалификация - бакалавр). Дисциплина входит в цикл Б.1.2.6 учебного плана.

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цель преподавания дисциплины.

Целью изучения дисциплины является получение знаний в области физики технического вакуума.

1.2. Задачи изучения дисциплины.

Знания позволяют бакалавру решать следующие научно-технические задачи:

1. Влияние физико-технических явлений в вакууме при различных технологических процессах в электронике и наноэлектронике.
2. Разработка и получение «чистой» технологической среды в электронике и наноэлектронике, а также для различных отраслей промышленности (пищевой, химической, сельскохозяйственной и т.д.).
3. Создание прогрессивных электронных и ионных технологий для изготовления всех типов ЭВП и ППП.
4. Создание новых вакуумных технологий для получения чистых материалов, сплавов, продуктов и их хранения.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина находится в разделе дисциплин по вариативной части Блока 1 учебного плана бакалавров очного обучения по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» профилю «Электронные приборы и устройства».

Дисциплина взаимосвязана с изучаемыми дисциплинами: Б.1.1.5. Математика 1, 2, 3 семестры; Б.1.1.6. Физика 1, 2, 3 семестры; Б.1.1.7. Химия 1 семестр; Б.1.1.17 Наноэлектроника 6 семестр; Б.1.1.16. Физические основы электроники 5, 6 семестр; Б.1.2.4. Методы математической физики 4, 5 семестр.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Профессиональные компетенции (ПК):

Способность выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники (ПК-8).

В результате освоения содержания дисциплины «Физика технического вакуума» студент должен:

• **знать:**

- основы физики вакуума, плазмы и твёрдого тела;
- физико-химические закономерности в газах при низком, высоком и сверхвысоком вакууме,
- физику получения и измерения вакуума;
- влияние вакуума на технологические процессы в электронике и нанoeлектронике.

• **уметь:**

- выбирать оптимальный технологический процесс и оборудование для его реализации по заданным требованиям
- применять математические методы,
- применять физические и химические законы для решения практических задач в электронике и нанoeлектронике.

• **владеть:**

- навыками практического применения законов физики, химии и экологии в вакууме;
- применять методы и средства измерения физических величин в электронике и нанoeлектронике.

4. Распределение трудоемкости дисциплины по темам и видам занятий

№ Мо-ду-ля	№ Нед-ели	№ Те-мы	Наименование темы	Часы/ Из них в интерактивной форме					
				Всего	Лек-ции	Коллок-виумы	Лабора-торные	Прак-тичес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7		8	9
6 семестр									
1	1,2	1	Введение. Предмет дисциплины.	15	3	-	-	-	12
1	3-6	2	Физика разряженных газов.	19	3	-	-	4	12
1	7-9	3	Физические процессы в вакууме	19	3	-	-	4	12
2	10-12	4	Взаимодействие газов с поверхностью.	19	3	-	-	4	12

2	11-15	5	Физика получения вакуума	18	3	-	-	3	12
2	16-18	6	Физика измерения вакуума	18	3	-	-	3	12
Всего				108	18	-	-	18	72

Условные обозначения: СРС - самостоятельная работа студентов, выполняемая под руководством преподавателя, ИДЗ - индивидуальное домашнее задание.

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, обрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	3	1-3	Введение. Общие сведения. Классификация технического, физического, ложного и эйнштейновского вакуума. История изучения вакуума	1-2,7
2	3	4-6	Физика разреженных газов. Единицы измерения давления. Три скорости молекул газа. Длина свободного пути молекул газа. Н.В., СВ., В.В., СВ.В.	2-6,7
3	3	7-9	Физические процессы в вакууме. Три явления переноса в газах. (Диффузия, вязкость, теплопередача). Электрические явления в вакууме.	4-6,7
4	3	10-12	Взаимодействие газов с поверхностью. Сорбционные процессы. (Адсорбция, хемосорбция, абсорбция). Конденсация и испарение паров. Давление насыщенных паров.	5,7
5	3	13-14	Физика получения вакуума. Классификация и основные характеристики вакуумных насосов	1-4,7
6	3	16-18	Физика измерения вакуума. Классификация и основные параметры вакуумметров.	2-6,7

Лекционный курс находится в ИОС СГТУ имени Гагарина Ю.А.:
<https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/EPU/ELNE/B.1.2.6/default.aspx>

6. Содержание коллоквиумов
 Учебным планом не предусмотрены.

7. Содержание практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, обрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое
--------	-------------	-----------	--	---------------------

				обеспечение
1	2	3	4	5
2	4	1	Газовые законы. Сорбционные явления в вакууме. Адсорбция газов и паров. Растворимость газов в твердых телах.	1-2,7
2	4	2	Ионная откачка. Хемосорбционная откачка. Физико-химические методы получения вакуума, ловушки.	2-6,7
3	4	3	Деформационные приборы для измерения давления. Гидростатические средства измерений уровня.	4-6,7
4	3	4	Герметичность вакуумной системы	5,7
5	2	5	Метод двух манометров. Метод постоянного давления. Метод постоянного объема	1-4,7
6	1	6	Газоанализаторы	2-4,7

Методические указания по практическим работам находятся в ИОС СГТУ имени Гагарина Ю.А.: <https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/EPU/ELNE/B.1.2.6/default.aspx>

8. Перечень лабораторных работ

Учебным планом не предусмотрены

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	12	Введение. Предмет дисциплины.	1-2,7
2	12	Физика разряженных газов.	2-6,7
3	12	Физические процессы в вакууме	4-6,7
4	12	Взаимодействие газов с поверхностью.	2-5,7
5	12	Физика получения вакуума	1-3,7
6	12	Физика измерения вакуума	2-4,7

Вид контроля СРС: реферат.

Методические указания по СРС находятся в ИОС СГТУ имени Гагарина Ю.А.: <https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/EPU/ELNE/B.1.2.6/default.aspx>

10. Расчетно-графическая работа

Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом.

11. Курсовая работа

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

12. Курсовой проект

Курсовой проект не предусмотрен учебным планом.

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Компетенции, знания, навыки и умения оцениваются в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04.

В процессе освоения дисциплины осуществляется формирование следующих компетенций:

Профессиональные компетенции (ПК):

Способность выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники (ПК-8).

Успешное освоение компетенции достигается путем освоения теоретического материала (30%), освоения практических методов решения тестов (40%), осуществления самостоятельной работы над темами дисциплины (30%).

Контроль освоения дисциплины проходит в форме зачета, в сочетании отчета по теоретическим вопросам курса на коллоквиумах, отчетов по индивидуальным домашним заданиям и контрольных вопросов по тестам.

Зачет по данной дисциплине проводится в два этапа: в форме тестирования и собеседования по результатам тестирования.

Оценку «отлично» студент получает, если в результате тестирования получено не менее 95% верных ответов и при собеседовании ответ на поставленный вопрос по существу правилен и объективно полон.

Оценку «хорошо» - если в результате тестирования получено не менее 75% верных ответов и при собеседовании ответ на поставленный вопрос по существу правилен, но недостаточно полно изложен с несущественными по смыслу ошибками.

Оценку «удовлетворительно» - если в результате тестирования получено не менее 40% верных ответов и при собеседовании ответ на поставленный вопрос в основном правилен, но изложен неполно или с отдельными существенными ошибками.

Оценку «неудовлетворительно» - если в результате тестирования получено менее 40% верных ответов и при собеседовании ответ не раскрывает сущности поставленного вопроса.

Промежуточный контроль по дисциплине проходит в форме зачета в сочетании различных форм (тестирования и собеседования). Успешное освоение компетенций достигается путем выполнения теоретического отчета (50%), решения практического задания (50%).

13.1 Составляющие компетенций

Способность выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники (ПК-8).

Части компонентов	Технология формирования	Средства и технологии оценки
1	2	3
Знает: основы физики вакуума; физико-химические закономерности в газах при низком, высоком и сверхвысоком вакууме; влияние вакуума на технологические процессы в электронике и нанoeлектронике;	Лекции с использованием активных и интерактивных приемов обучения Самостоятельная работа	Тестирование
Умеет: выбирать оптимальный технологический процесс и оборудование для его реализации по заданным требованиям;	Практические работы с использованием активных и интерактивных приемов обучения Самостоятельная работа	Тестирование Рефераты
Владеет: навыками практического применения законов физики, химии и экологии в вакууме.	Практические занятия Самостоятельная работа	Зачет

13.2 Уровни освоения компетенций

Способность выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники (ПК-8).

Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки
1	2
Пороговый (удовлетворительный)	Знает – физическую сущность процессов, протекающих в вакууме; основные этапы откачки электровакуумных приборов; основы физики вакуума; физику получения и измерения вакуума; Умеет – определять расчетным способом и используя справочную литературу основные режимы технологических процессов; оценивать результаты экспериментальной работы с целью выработки корректирующих воздействий на технологический процесс; Владеет – применять методы и

	средства измерения физических величин в электронике и нанoeлектронике;
Продвинутый (хороший)	<p>Знает – классификацию материалов по свойствам и назначению; физические закономерности, лежащие в основе технологических методов;</p> <p>Умеет – применять знания в области проектирования технологических процессов; оптимизировать режимы технологических процессов; применять математические методы, физические и химические законы для решения практических задач в электронике и нанoeлектронике;</p> <p>Владеет – методами анализа качества выполнения технологических операций и определения причины возникающих дефектов в процессе производства;</p>
Высокий (отличный)	<p>Знает – физику получения и измерения вакуума;</p> <p>Умеет – применять математические методы, физические и химические законы для решения практических задач в электронике и нанoeлектронике; определять экспериментальным или расчетным путем оптимальные режимы проведения отдельных технологических операций;</p> <p>Владеет – основными навыками работы на стандартном вакуумном технологическом оборудовании.</p>

13.3 Вопросы для зачета

1. Почему введено понятие различных степеней вакуума и какой критерий используют для их определения?
2. Что такое эффективный размер вакуумной системы?
3. Чем объяснить независимость коэффициентов динамической вязкости и теплопроводности газа от давления в области низкого вакуума?
4. Как изменяется формула для расчета давления газа, если скорость молекул, вылетающих с поверхности, будет в два раза меньше скорости молекул, ударяющихся о поверхность?
5. Чем определяется максимальная теоретическая быстрота откачки вакуумных насосов?

6. От чего зависит величина средней длины свободного пути молекул газа?
7. Какие допущения используют при выводе функции распределения молекул газа по скоростям и энергиям?
8. Какова степень покрытия поверхности молекулами азота и кислорода при комнатной температуре и атмосферном давлении?
9. Чем отличается физическая адсорбция от хемосорбции: почему при хемосорбции происходит поглощение только одного мономолекулярного слоя газа?
10. Назовите основные допущения мономолекулярной и полимолекулярной теории адсорбции.
11. Чем отличаются закономерности растворимости газов в конструкционных и геттерных материалах?
12. Какова природа адсорбционных сил, какой из эффектов межмолекулярного взаимодействия при адсорбции является основным для полярных молекул?
13. Каковы закономерности испарения молекул с поверхности твердого тела?
14. Как формулируется закон косинуса для испарения молекул?
15. В чем различие между плоским и точечным источником испарения?
16. Какие параметры определяют время адсорбции?
17. Какова связь между давлением насыщенных паров и содержанием компонент в сплавах?
18. Почему длина свободного пути электрона при одинаковой температуре и давлении больше, чем молекула газа?
19. Что такое эффективность ионизации молекул газа?
20. От чего зависит пробивное напряжение вакуумного промежутка?
21. Каковы основные закономерности термоэлектронной эмиссии?
22. Каковы основные закономерности автоэлектронной эмиссии?
23. При каких давлениях возникает световое излучение в газовом разряде?
24. Какое значение проводимости отверстия нужно принимать в качестве первого приближения при подсчёте вакуумных систем?
25. Какие способы передачи тепла эффективны при высоком вакууме?
26. Чем определяется пробивное напряжение вакуумного промежутка?
27. Почему искровой разряд возникает при напряжении в несколько тысяч вольт, а для дугового разряда достаточно 40-50В?
28. Какую поправку нужно вносить в показания манометрического преобразователя, присоединенного к вакуумной камере через азотную ловушку?
29. Как определить понятие сверхвысокого вакуума?
30. От чего зависит коэффициент использования вакуумных насосов?

13.4 Тестовые задания по дисциплине

Тесты размещены на сайте СГТУ в системе тестирования АСТ-тест.

1) Процесс течеискания это -

1. количество газа, проникшего в систему деленное на время натекания
2. совокупность средств, методов и способов обнаружения течей и установления степени герметичности вакуумных систем
3. поток воздуха протекающий через течь в единицу времени
4. операция, служащая для установления степени герметичности изделия

2) Течь это

1. место нарушения целостности оболочки
2. вытекание пробного газа из сварного шва
3. поток воздуха протекающий через течь в единицу времени при н.у.
4. способность преграды пропускать наружу или внутрь газообразные или жидкие вещества

3) На чем основан масс-спектрометрический контроль течей?

1. работа с гелием в качестве пробного газа
2. регистрация прохождения через оболочку пробного вещества
3. способ контроля, герметичности вакуумных систем
4. предотвращение попадания паров рабочей жидкости насосов в масс-спектрометрическую камеру

4) Отличительная особенность строения вакуумметра Лафферти, относительно ионизационных вакуумметров

1. катод
2. магнит
3. анод
4. коллектор

5) Редчайший тип вакуумметров (опасный)

1. жидкостный
2. радиоизотопный
3. деформационный
4. тепловой

6) Вакуумметр имеющий U-образную форму

1. ионизационный
2. жидкостный
3. мембранный
4. деформационный

7) Назовите два основных принципа получения вакуума?

1. Удаление паров масел из насоса, и защита от обратных газов
2. Удаление газа из откачиваемого сосуда и связывание газа в вакуумной системе
3. Таких принципов больше
4. Удаление газа из откачиваемой камеры и испарение газа под действием температуры

8) Почему нельзя использовать один насос для получения сверхвысокого вакуума?

1. Гораздо дешевле использовать два насоса или каскад насосов
2. Не существует насосов способных откачивать среду от атмосферного давления до сверхвысокого вакуума
3. Сверхвысокий вакуум недостижим
4. Нет способов контроля такого вакуума

9) Почему нельзя использовать манометрические вакуумметры для контроля высокого вакуума?

1. нет технической возможности установки такого манометра в откачиваемую среду
2. очень маленькое давление в откачиваемой среде
3. высокая цена на манометрические вакуумметры
4. неточности в работе такого вакуумметра

10) Область молекулярных насосов?

1. 10^{-1} - 10^{-6}
2. 10 - 10^{-9}
3. 10^{-5} - 10^{-10}
4. 10^5 - 10^1

11) Быстрота действия вакуумного насоса – это быстрота откачки

1. получаемая во входном сечении насоса при данном давлении
2. получаемая в выходном сечении насоса при входном давлении
3. получаемая в выходном сечении насоса при данном давлении
4. получаемая во входном сечении насоса при давлении на выходе

12) Формула быстроты действия высоковакуумного насоса?

1. $S_H = 36.4 \sqrt{\frac{T}{M}} \left(1 - \frac{P_H}{P_{ост}}\right)$

2. $S_H = 36.4 \sqrt{\frac{T}{M}} \alpha A \left(1 - \frac{P_{ост}}{P_H}\right)$

3. $S_H = \alpha A \left(1 - \frac{P}{P_H}\right)$

4. $S_H = \sqrt{\frac{T}{M}} A \left(1 - \frac{P}{P_{ост}}\right)$

13) Чем охлаждается стенки экрана испарительного насоса?

1. жидкий гелий
2. жидкий азот
3. водой
4. маслом

14) Какой из перечисленных материалов используется в испарителях?

1. медь
2. титан
3. алюминий
4. кремний

15) в каком из испарителей используется «пушка» и «мишень»

1. пряموканальный испаритель
2. электронно-лучевой испаритель
3. подогревной испаритель
4. дуговой испаритель

16) Диапазон среднего вакуума

1. от 10^3 до 10^2
2. от 10^{-1} до 10^{-3}
3. от 10^2 до 10^{-1}
4. от 10^1 до 10^{-6}

17) Найдите лишнее составляющее ионизационного насоса

1. катод
2. анод
3. ионная пушка
4. сетка, вывод коллектора

18) Средняя длина свободного пробега, найти правильную формулу

1. $L = \frac{mv^2}{2}$
2. $L = \frac{k}{v}$
3. $L = \frac{mk}{2}$
4. $L = \frac{v}{k} +$

19) Для работы молекулярного насоса зазор между ротором и статором должен составлять:

1. 2 мм
2. 0.01 мм
3. 3 см
4. 1 см

20) Предельное давление турбомолекулярного насоса составляет:

1. от 10^{-3} до 10^{-5}
2. от 10^{-7} до 10^{-8}
3. от 10^{-1} до 10^{-2}
4. от 10^{-9} до 10^{-11}

21) К какому типу насосов относятся молекулярные и турбомолекулярные насосы:

1. Гетерные
2. Механические
3. Струйные
4. Абсорбционные

22) Как происходит объемная откачка?

1. изъятие ротора из насоса
2. изменение объема камеры
3. работой механической ловушки
4. изменением конструкции насоса

23) В чем отличие реальной быстроты работы насоса и геометрической?

1. реальная больше геометрической

2. реальная меньше геометрической
 3. одинаковы
 4. геометрическая меньше реальной
- 24) Почему реальная быстрота работы насоса меньше геометрической?
1. Из-за размера объема рабочей камеры
 2. из-за появления обратного потока газа
 3. из-за появления высокого вакуума
 4. из-за диффузии паров рабочей жидкости
- 25) Единица измерения газового потока?
1. кг/с²
 2. кг/с
 3. кг/м
 4. г/с²
- 26) Стационарный поток газа можно записать как?
1. $Q=IUT$
 2. $Q=U(P_1-P_2)$
 3. $Q=cm(t_1-t_2)$
 4. $Q=w_0/2\delta$
- 27) Какой метод является абсолютным для измерения газового потока?
1. тепловой
 2. постоянного объема
 3. ионизационный
 4. радиоизотопный
- 28) Для чего используется метод течеискания?
1. давление в системе
 2. герметичность
 3. коррозия
 4. химическое взаимодействие
- 29) Какое пробное вещество используется в манометрическом способе?
1. гелий
 2. вода
 3. аммиачные смеси
 4. азот
- 30) найти формулу парциального давления компонента в смеси газов?
1. $p_k=mv$
 2. $p_k=\gamma_k p$
 3. $p_k=fc$
 4. $p_k=mc$
- 31) Какие типы насосов используются для создания сверхвысокого вакуума?
1. механические и ротационные
 2. форвакуумные и молекулярные
 3. форвакуумные и сорбционные
 4. форвакуумные
- 32) Критическая $t^{\circ}C$ – это $t^{\circ}C$, выше которой вещество может находиться только в...?

1. Твердом состоянии
 2. Газообразном состоянии
 3. Жидком состоянии
 4. Парообразном состоянии
- 33) Обязательным условием для перехода в состояние насыщения является?
1. Сообщающиеся сосуды
 2. Замкнутое пространство
 3. Отсутствие температурного воздействия
 4. Отсутствие конденсации
- 34) Газообразное вещество называется газом, если его $t^{\circ}\text{C}$?
1. Равна критической
 2. Выше критической
 3. Ниже критической
 4. Постоянна
- 35) Процесс поглощения газов или паров твёрдыми телами?
1. Диффузия
 2. Сорбция
 3. Индуцированный эффект
 4. Адсорбция
- 36) Процесс, при котором вещество претерпевает химическое изменение?
1. Адсорбция
 2. Хемосорбция
 3. Окклюзия
 4. Дисперсия
- 37) Явление проникновения частиц одного вещества в другое?
1. Сорбция
 2. Диффузия
 3. Окклюзия
 4. Абсорбция
- 38) Какие из нижеперечисленных видов вакуумметров применяются в диапазоне давлений, соответствующем низкому вакууму?
1. мембранный, жидкостный, теплоэлектрический
 2. мембранный, жидкостный, компрессионный, теплоэлектрический
 3. ионизационный, электроразрядный, теплоэлектрический, мембранный
 4. мембранный, жидкостный, компрессионный
- 39) Какой из насосов относится к испарительным?
1. Диффузионный
 2. Гетероионный
 3. Турбомолекулярный
 4. Форвакуумный
- 40) Какой элемент отсутствует в конструкции горизонтальной азотной ловушке?
1. стакан
 2. Сосуд Дьюара
 3. Наклонные лопасти

4. Медная трубка

41) Какое предельное давление можно получить в насосах при помощи охлаждаемых стеклянных ловушек?

1. от 10^{-4} до 10^{-6}
2. от 10^{-8} до 10^{-10}
3. от 10^{-1} до 10^{-2}
4. от 10^{-9} до 10^{-11}

42) Длина свободного пробега - это?

1. расстояние, которое частица пролетает за определенное время
2. расстояние, которое частица пролетает за время свободного пробега от одного столкновения до следующего
3. наибольшее расстояние, которое частица пролетает по прямой

43) Столкновение молекул происходит при определенном условии. Укажите верное условие:

1. если расстояние между центрами молекул меньше диаметра молекулы
2. если расстояние между центрами молекул не более диаметра молекулы
3. если расстояние между центрами молекул больше диаметра молекулы

44) Укажите правильную формулу для определения числа столкновений между молекулами

1. $K = \pi t d^2 v$
2. $K = \pi r t d^2 v$
3. $K = \frac{1}{\pi r t d^2 n}$
4. $K = \frac{1}{\sqrt{2} \pi d^2 n}$

45) В чем заключаются основные недостатки ионных насосов?

1. Низкая производительность
2. Низкая производительность и высокие энергетические затраты
3. Высокие энергетические затраты
4. Низкая прочность конструкции

46) В чем заключаются основные преимущества ионных насосов?

1. Бесшумны
2. все перечисленные пункты
3. не имеют подвижных элементов
4. обеспечивают высокий вакуум

47) производительность ионного насоса определяется формулой:

1. $Q_n = IUT$
2. $Q_n = \frac{KT}{q - U(P_1 - P_2)}$
3. $Q_n = cm(t_1 - t_2)$
4. $Q_n = w_0 / 2\delta$

48) Что из перечисленного относится к деформационным насосам?

1. Ионно-геттерный вакуумный насос
2. Трубка Бурдона
3. Турбомолекулярный насос
4. Маслоотражатель

49) В Чем различаются жидкостные манометры с открытым и закрытым коленом?

1. Габаритами
2. Зависимостью показаний от атмосферного давления
3. Используемой рабочей жидкостью
4. Материалом, из которого изготавливаются

50) Что является преимуществом тепловых преобразователей?

1. Большой диапазон рабочих давлений (от 10^{-8} до 10^{15})
2. Могут измерять общее давление всех газов и паров
3. Простые в изготовлении
4. Низкая себестоимость

51) Форвакуум – это...

1. Низкий вакуум
2. Предварительный вакуум
3. Средний вакуум
4. Высокий вакуум

52) Форвакуумный насос имеет степень вакуума...

1. $10^{-3} - 10^{-5}$ Па
2. $10^{-5} - 10^{-7}$ Па
3. $10^{-7} - 10^{-9}$ Па
4. $10^{-9} - 10^{-12}$ Па

53) Какие из веществ относятся к тяжелым газам?

1. Водород, азот, кислород
2. Фтор, углекислый газ, аргон
3. Метан, оксиды и диоксиды углерода

54) Какой из ниже перечисленных насосов является механическим?

1. диффузионный
2. молекулярный
3. адсорбционный
4. паромасляный

55) К объемным вакуумным насосам относятся?

1. поршневые
2. поршневые. плунжерные. спиральные. роторные
3. поршневые. плунжерные
4. поршневые. плунжерные. спиральные

56) Первым механическим насосом был

1. плунжерный
2. вращательный
3. поршневой
4. турбомолекулярный

57) Закон Бойля-Мариотта описывает процесс:

1. изобарный
2. изотермический
3. изохорный
4. адиабатический

58) Укажите вариант ответа с правильным написанием уравнения Менделеева-Клапейрона

1. $pT=RV$
2. $pV=RT$
3. $pV=R/T$
4. $p/V=R/T$

59) Постоянная Больцмана равна:

1. $1,6 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
2. $1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
3. $1,38 \cdot 10^{-18}$ Дж/К
4. $2,6 \cdot 10^{-18}$ Дж/К

60) Чем характеризуется степень герметичности вакуумных систем

1. потоком воздуха через все имеющиеся течи
2. технологическим оборудованием
3. элементами системы
4. уплотнениями системы

61) С учетом чего формулируются требования к герметичности вакуумных систем

1. целью их дальнейшей работы системы
2. поставленных задач
3. условий их дальнейшей эксплуатации
4. с учетом качества работы системы

62) Что представляет собой датчик галогенного течеискателя

1. диод прямого накала
2. диод обладающей самой высокой чувствительностью
3. простейший переносной прибор
4. диод Шотки

63) верхний предел измерения магнитного преобразователя находится в области давлений

1. 50..500 Па
2. 10.. 100Па
3. 100..200Па
4. 1..10Па

64) Энергия α -частиц (двухзарядных положительных ионов гелия) в радиоизотопном преобразователе, возникающих при радиоактивном распаде, составляет

1. $(8,5... 10,5) \cdot 10^3$ эВ
2. $(4,5... 5,5) \cdot 10^6$ эВ
3. $(1,5... 3,5) \cdot 10^6$ эВ
4. $(10,5... 15,5) \cdot 10^8$ эВ

65) Нижний предел измерения магнитного преобразователя находится в области давлений

1. 5..50 Па
2. 10..11Па
3. 10..20Па

4. 1..10Па

66) Скорость откачки испарительного насоса площадью F будет:

1. $S_{\text{исп}}=S_{\text{хим}}^3 \cdot 2F$
2. $S_{\text{исп}}=S_{\text{хим}} \cdot F$
3. $S_{\text{исп}}=S_{\text{хим}} \cdot F^2$
4. $S_{\text{исп}}=S_{\text{хим}}^3 \cdot F$

67) Поглощение активных газов поверхностью металлов называется откачкой

1. ионно-сорбционной
2. хемосорбционной
3. ионной
4. сорбционной

68) Какой насос используется в хемосорбционной откачке

1. форвакуумный
2. гетероионный
3. паромасляный
4. ртутный

69) Что такое технический вакуум?

1. идеализированная абстракция
2. сильно разреженный газ
3. пространство, в котором нет вещества
4. физическая система частиц и квантов

70) Теплопередача в разреженных газах происходит за счет:

1. сорбция
2. конвекция
3. адсорбция
4. диффузия

71) для чего используют вязкость газов

1. для выравнивания дрейфовых скоростей двух слоёв
2. для улучшения давления в области среднего и высокого вакуума
3. для определения теплопроводности
4. для рассматривания взаимодействия двух газов

14. Образовательные технологии

Реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет не менее 20% аудиторных занятий.

В учебном процессе при изучении дисциплины «Физика технического вакуума» используются следующие формы проведения занятий:

– теоретические лекции с изложением определений основных понятий, изучаемых в рамках дисциплины;

- практические занятия - выполнение работ с применением получаемых в ходе обучения навыков использования средств КОМПАС 3D и SolidWorks;
- самостоятельная работа.

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

15.1 Обязательные издания

1. Сигов, А.С. Электроника: учебное пособие / А. С. Сигов, В. И. Нефедов, А. А. Щука / под ред. А. С. Сигова. - М. : Абрис, 2012.- 348 с.

Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200728.html?SSr=2101337b5611601f423e505sstu>

2. Хасанов, О. Л. Методы компактирования и консолидации наноструктурных М54 материалов и изделий [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. Л. Хасанов [и др.]. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. -269 с.

Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321247.html?SSr=2101337b5611601f423e505sstu>

3. Солнцев, Ю. П. Нанотехнологии и специальные материалы: Учебное пособие для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова. - СПб. : ХИМИЗДАТ, 2009. -336 с.

Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081772.html?SSr=2101337b5611601f423e505sstu>

15.2 Дополнительные издания

4. Демихов, К. Е. 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. - М. : Машиностроение, 2009. 590 с.

Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942754365.html?SSr=2101337b5611601f423e505sstu>

5. Емельянов, А. А. Импульсные технологии повышения электрической прочности в вакууме / А. А. Емельянов, Е. А. Емельянова. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 160 с.

Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922110716.html?SSr=2101337b5611601f423e505sstu>

6. Богодухов, С. И. Технологические процессы в машиностроении: учеб. для вузов / С. И. Богодухов, Е. В. Бондаренко, А. Г. Схиртладзе, Р. М.

Сулейманов, А.Д. Проскурин; под общ. ред. С.И. Богодухова. - М.:
Машиностроение, 2009. - 640 с.

Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785217034086.html?SSr=2401337bb2210c235399505sstu>

15.3 Периодические издания

Периодические издания не используются.

15.4 Интернет ресурсы

7. Методические указания в ИОС
<https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/EPU/11.03.04-z/B.1.2.6/default.aspx>
8. [http:// www.mirknig.com](http://www.mirknig.com)

16. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные занятия проводятся – в типовых аудиториях со стандартным оснащением для ведения лекционных занятий. Практические занятия, в том числе самостоятельные работы, проводятся в компьютерном классе с выходом в интернет. Предусмотрен показ слайдов, проведение лекций-презентаций и практических занятий с использованием наглядных пособий.

При проведении занятий преподаватель использует:

- учебный материал в электронном виде (конспекты лекций, методические указания по выполнению практических работ);
- презентации лекционного курса;
- тестовые задания для контроля знаний.

Программно-информационное обеспечение дисциплины состоит из:

- ОС Windows 7 с установленными лицензионными программными комплексами Microsoft Office, Компас 3D, Solid Works.

Перечень и описание учебных аудиторий: учебная аудитория учебной мебелью, учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и мультимедиа; компьютерный класс, укомплектованный компьютерами с выходом в интернет.

Перечень и описание помещений для самостоятельной работы: компьютерный класс, укомплектованный компьютерами с выходом в интернет.

Электронная библиотека вуза:

<http://lib.sstu.ru/index.php/elmrazdel/melellib>

Электронная информационно-образовательная среда:

<https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/EPU/ELNE/B.1.2.6/default.aspx>

Используемая вычислительная техника: персональные компьютеры с установленными лицензионными программными комплексами Microsoft Office, Компас 3D, Solid Works.

Перечень оборудования информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине: система мультимедиа, состоящая из проектора, акустической системы, персонального компьютера с установленными лицензионными программными комплексами Microsoft Office, Компас 3D, Solid Works. Компьютер с выходом в интернет – не менее 1 экз.