

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Промышленной электроники»

«СОГЛАСОВАНО»

Декан факультета

_____/Н.М. Верещагин

«__» _____ 20__ г

Заведующий кафедрой ПЭЛ

_____/С.А. Круглов

«__» _____ 20__ г

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

_____/А.В. Корячко

«__» _____ 20__ г



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.06 «Вакуумная техника и технология»

Направление подготовки

11.03.04 «Электроника и микроэлектроника»

Направленность (профиль) подготовки

Промышленная электроника

Уровень подготовки

Бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

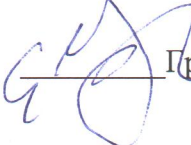
Формы обучения – очная

Рязань 2020 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

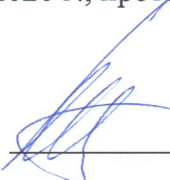
Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», утвержденного приказом Минобрнауки № 927 от 19.09.2017 г.

Разработчики
доцент кафедры «Промышленной электроники»


_____ Прачев Е.Ю.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «28» мая 2020 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой
«Промышленной электроники»


_____ Круглов С.А.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Вакуумная техника и технология – дисциплина, обучающая технике получения и измерения вакуума, умению решать задачи проектирования вакуумных систем и установок.

Целью освоения дисциплины «Вакуумная техника и технологии» является формирование у студентов: знаний в области техники получения и измерения вакуума, умений решать задачи, связанные с проектированием вакуумных систем и установок.

Основные задачи освоения учебной дисциплины:

- рассмотрение методов объемной, ионной и сорбционной откачки, ознакомление с принципами действия и конструктивными особенностями различных вакуумных насосов, изучение методов измерения общих и парциальных давлений и методов течения в вакуумных системах, изучение методик расчета и проектирования вакуумных систем;

- рассмотрение конструкций элементов вакуумных систем, ознакомление со способами подготовки, очистки и монтажа элементов вакуумных систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.06 «Вакуумная техника и технология» относится к дисциплинам обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы (далее – образовательной программы) бакалавриата «Промышленная электроника» направления 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Данная дисциплина базируется на следующих дисциплинах учебного плана: «Физика», «Математика», «Информатика», «Инженерная и компьютерная графика».

Дисциплина «Вакуумная техника и технология» является основой для дальнейшего изучения специальных дисциплин, производственной и преддипломной практик и ГИА.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ПООП (при наличии) по данному направлению подготовки, а также компетенций (при наличии), установленных университетом.

Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Коды компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-8	Способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	<u>Знать:</u> основные моменты наладки, проверки работоспособности вакуумного технологического оборудования, используемого для производства материалов и изделий электронной техники; <u>Уметь:</u> налаживать, испытывать, проверять работоспособность оборудования для создания пониженного давления (вакуума), устройств контроля измерения давления и контроля среды; <u>Владеть:</u> навыками по наладке, испытанию, проверке работоспособности оборудования

		для создания вакуума, используемого для производства материалов и изделий электронной техники.
--	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины по семестрам (курсам) и видам занятий в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (ЗЕ), 252 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		7	8
Аудиторные занятия (всего)	90,6	58,35	32,25
В том числе:			
Лекции	48	32	16
Лабораторные работы (ЛР)	42	16	16
Практические занятия (ПЗ)	8	8	
Семинары (С)			
Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка)			
Консультации	2	2	
<i>Иные виды контактной работы</i>	0,6	0,35	0,25
Самостоятельная работа (всего)	108	41	67
В том числе:			
Расчетно-графические работы			
Расчетные задания			
Реферат			
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	108	41	67
Курсовой проект (работа)			
Контроль	53,4	44,65	8,75
Вид промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)		экзамен	зачет
Общая трудоемкость час	252	144	108
Зачетные Единицы Трудоемкости	7	4	3
Контактная работа (по учебным занятиям)	90	58	32

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

В структурном отношении программа представлена следующими разделами:

Раздел 1. Основные принципы, методы и устройства получения и измерения вакуума.

Тема 1.1. *Свойства газов при низких давлениях.*

Газовые законы. Испарение, конденсация, понятия "газ", "пар". Тепловое движение молекул. Давление с точки зрения МКТ. Понятие вакуума. Диффузия газов. Теплопроводность и внутреннее трение газов. Взаимодействие молекул газа с поверхностью.

Тема 1.2. *Теоретические основы процесса откачки.*

Быстрота откачки объема и быстрота действия насоса. Виды течения газа. Пропускная способность отверстия. Сопротивление и пропускная способность вакуумпровода. Пропускная способность трубопровода переменного сечения. Основное уравнение вакуумной техники. Расчет длительности откачки.

Тема 1.3. *Методы получения вакуума.*

Классификация насосов. Основные параметры вакуумных насосов. Объемные механические насосы. Молекулярные и турбомолекулярные насосы. Пароструйные насосы. Диффузионные насосы. Геттерные насосы. Магниторазрядные насосы. Криодсорбционные и криоконденсационные насосы.

Тема 1.4. *Измерение общих и парциальных давлений.*

Механические деформационные вакуумметры. Гидростатические вакуумметры. Тепловые вакуумметры. Электронные ионизационные вакуумметры. Магнитные электроразрядные вакуумметры. Емкостные вакуумметры. Методы измерения парциальных давлений. Статические магнитные газоанализаторы. Времяпролетный масс-спектрометр. Омегатрон.

Тема 1.5. *Измерение газовых потоков. Методы течеискания.*

Методы измерения газовых потоков. Метод двух манометров. Метод постоянного давления. Метод постоянного объема. Косвенные методы измерения газовых потоков. Количественная оценка течи вакуумной системы. Манометрический метод. Гелиевый течеискатель.

Раздел 2. Основные этапы конструирования, сборки и испытания вакуумных систем.

Тема 2.1. *Элементы вакуумных систем*

Вакуумопроводы. Запорная арматура. Типы разборных и неразборных вакуумных соединений. Типы фланцевых соединений. Вакуумная сварка и пайка. Вакуумные электрические вводы. Вакуумные вводы движения. Ловушки.

Тема 2.2. *Вакуумные материалы и уплотнения*

Материалы, используемые в вакуумной технике. Вакуумные стекла. Керамические и силикатные материалы. Органические материалы. Типы вакуумных уплотнений.

Тема 2.3. *Очистка и монтаж элементов вакуумных систем.*

Виды загрязнений в вакуумной технике. Загрязнения деталей соединениями хлора, серы и углеводородами. Методы очистки деталей и контроль чистоты. Ультразвуковая очистка деталей. Основные правила монтажа фланцевых соединений

4.2 Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).

Раздел дисциплины (модуля, тема)	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
		ЛК	ЛР	ПЗ	Кнс	
7 Семестр						
<i>Раздел 1. Основные принципы, методы и устройства получения и измерения вакуума</i>						
Тема 1.1. Свойства газов при низких давлениях.	16	6		2		8
Тема 1.2. Теоретические основы процесса откачки.	20	6	4	2	1	7
Тема 1.3. Методы получения вакуума.	26	8	4	2	1	11
Тема 1.4. Измерение об-	19	6	4	2		7

щих и парциальных давлений.						
Тема 1.5. Измерение газовых потоков. Методы течеискания.	18	6	4			8
Иные виды контактной работы	0,35					
Экзамен	44,65					
Всего за седьмой семестр	144					
8 Семестр						
<i>Раздел 2. Основные этапы конструирования, сборки и испытания вакуумных систем.</i>						
Тема 2.1. Элементы вакуумных систем	50	8	8			34
Тема 2.2. Вакуумные материалы и уплотнения	20	4				16
Тема 2.3. Очистка и монтаж элементов вакуумных систем.	29	4	8			17
Иные виды контактной работы	0,25					
Зачет	8,75					
Всего за восьмой семестр	108					
Всего за курс	252					

Лабораторный практикум

№ пп	№ темы дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1.	1.2	Изучение принципа работы и конструкции объемных вращательных насосов.	4
2.	1.3	Изучение принципа работы и устройства турбомолекулярного насоса	4
3.	1.4	Изучение устройства и принципа работы тепловых и ионизационных манометров.	4
4.	1.5	Определение наличия течи в вакуумной камере методом пробного газа	4
5.	2.1	Изучение принципов работы азотной ловушки	8
6.	2.3	Нанесение пленок металлов с помощью установки вакуумного напыления.	8

Перечень практических занятий

№ пп	№ темы дисциплины	Наименование практических занятий	Трудоемкость (час.)
1.	1.1	Расчет сопротивления и пропускной способности трубопровода круглого сечения, и трубопровода	2

		переменного сечения.	
2.	1.2	Расчет скорости откачки объемных вращательных насосов различных типов.	2
3.	1.3	Расчет скорости откачки физико-химических насосов различных типов.	2
4.	1.4	Расшифровка масс-спектра квадрупольного анализатора и определение парциальных давлений.	2

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Перечень методического обеспечения самостоятельной работы

1. Хоффман Д., Сингха Б., Томаса Дж. Справочник по вакуумной технике и технологиям // При поддержке ФГУП «Научно-исследовательский институт вакуумной техники им. С.А. Векшинского», пер.с англ. под ред. В.А. Романенко, С.Б. Нестерова, Москва: Техносфера, 2011. –736 с.

2. Шешин Е.П. Вакуумные технологии: Учебное пособие / Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2009. – 504 с.

3. Основы расчета вакуумных систем: метод. указ. к курс. работе / Шадрин Н.И. – Рязань: РГРТУ, 2011, 24 с.

4. Панфилов Ю.В. , Демихов К.Е. , Никулин Н.К. Вакуумная техника. Справочник / М.:Машиностроение, 2009.

5. Розанов Л.Н. Вакуумная техника: учеб. для вузов. – М.: Высш. шк. 1990. –320 с.

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

Фонд оценочных средств приведен в Приложении к рабочей программе дисциплины (см. «Оценочные материалы по дисциплине «Вакуумная техника и технология»)

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1. Основная учебная литература:

1. Хоффман Д., Сингха Б., Томаса Дж. Справочник по вакуумной технике и технологиям // При поддержке ФГУП «Научно-исследовательский институт вакуумной техники им. С.А. Векшинского», пер.с англ. под ред. В.А. Романенко, С.Б. Нестерова, Москва: Техносфера, 2011. –736 с.

2. Шешин Е.П. Вакуумные технологии: Учебное пособие / Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2009. – 504 с.

3. Основы расчета вакуумных систем: метод. указ. к курс. работе / Шадрин Н.И. – Рязань: РГРТУ, 2011, 24 с.

4. Панфилов Ю.В. , Демихов К.Е. , Никулин Н.К. Вакуумная техника. Справочник / М.: Машиностроение, 2009.

5. Розанов Л.Н. Вакуумная техника: учеб. для вузов. – М.: Высш. шк. 1990. –320 с.

7.2. Дополнительная учебная литература:

1. Курашов В.И., Фомина М.Г. Вакуумная техника: средства откачки, их выбор и применение: Учеб. пособие / Казань: КГТУ, 1997. – 52 с.

2. Фролов Е.С., Минайчев В.Е. Вакуумная техника: Справочник / М.: Машиностроение, 1992. – 480 с.

3. Рот А. Вакуумные уплотнения / М.: Энергия, 1971. – 464 с.
4. Пипко А.И., Плисковский В.Я. Конструирование и расчет вакуумных систем / М.: Энергия, 1979. – 504 с.
5. Розбери Ф. Справочник по вакуумной технике и технологии / М.: Энергия, 1972. – 456 с.
6. Уэстон Дж. Техника сверхвысокого вакуума / М.: Мир, 1988. – 366 с.

8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС).
2. Университетское вакуумное общество "УНИВАК" (www.vacuum.ru)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

9.1. Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины.

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.

Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.

9.2. Описание последовательности действий обучающегося («сценарий изучения дисциплины»).

При изучении дисциплины очень полезно самостоятельно изучать материал, который еще не прочитан на лекции не применялся на практическом и лабораторном занятии. Тогда лекция будет гораздо понятнее. Однако легче при изучении курса следовать изложению материала на лекции. Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1) После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).

2) При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут).

В течение недели выбрать время (1 час) для работы с литературой по в библиотеке.

9.3. Рекомендации по работе с литературой.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги по данной тематике. Литературу по курсу рекомендуется изучать в библиотеке. Полезно использовать несколько учебников по курсу. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): «о чем этот параграф?», «Какие новые понятия введены, каков их смысл?».

9.4. Рекомендации по подготовке к зачету.

Дополнительно к изучению конспектов лекции необходимо пользоваться учебником по курсу. Кроме «заучивания» материала зачета, очень важно добиться состояния понимания изучаемых тем дисциплины. При изучении теоретического материала

всегда нужно рисовать схемы или графики. При подготовке к зачету нужно изучить теорию: определения всех понятий до состояния понимания материала.

10. Перечень информационных и образовательных технологий

Перечень лицензионного программного обеспечения:

1. Операционная система Windows 10 (корпоративная лицензия).
2. Kaspersky Endpoint Security (коммерческая лицензия).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для освоения дисциплины необходимы:

1. лекционная аудитория, оборудованная средствами отображения презентаций и других лекционных материалов на экран;
2. аудитория для проведения практических занятий, оборудованная средствами отображения презентаций и других материалов на экран;
3. аудитория для проведения лабораторных работ, оснащенная специализированными стендами вакуумного оборудования.

Программу составил:

доцент кафедры

«Промышленной электроники»

_____ Е.Ю. Грачев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПЭЛ, протокол № 10 от 28 мая 2020 г.

Заведующий кафедрой

«Промышленной электроники»

_____ С.А. Круглов

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Б1.В.06 «Вакуумная техника и технология»**

Фонд оценочных средств – это совокупность учебно-методических материалов, предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной образовательной программы.

Цель – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций, обучающихся целям и требованиям основной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основная задача – обеспечить оценку уровня сформированности общекультурных и профессиональных компетенций, приобретаемых обучающимся в соответствии с этими требованиями.

Контроль знаний обучающихся проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков обучающихся: на занятиях; по результатам выполнения контрольной работы; по результатам выполнения обучающимися индивидуальных заданий; по результатам проверки качества конспектов лекций и иных материалов. При оценивании (определении) результатов освоения дисциплины применяется традиционная система (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно).

В случае, если студент не выполнил лабораторные работы, курсовой проект (работу), расчетные задания или контрольные работы, предусмотренные учебным графиком, выставляется оценка неудовлетворительно.

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используется компьютерное тестирование.

По итогам курса обучающиеся сдают экзамен. Форма проведения очная – устный ответ, по утвержденным экзаменационным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины. В экзаменационный билет включается два теоретических вопроса по темам курса и одна практическая задача.

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

<i>Контролируемые разделы дисциплины (результаты по разделам)</i>	<i>Код контролируемой компетенции (или её части)</i>	<i>Наименование оценочного средства</i>
<i>Раздел 1. Основные принципы, методы и устройства получения и измерения вакуума.</i>		
Тема 1.1 Свойства газов при низких давлениях.	ПК-8	Экзамен
Тема 1.2 Теоретические основы процесса откачки.	ПК-8	Экзамен
Тема 1.3 Методы получения вакуума.	ПК-8	Экзамен
Тема 1.4 Измерение общих и парциальных давлений.	ПК-8	Экзамен

Тема 1.5 Измерение газовых потоков. Методы течеискания.	ПК-8	Экзамен
<i>Раздел 2. Основные этапы конструирования, сборки и испытания вакуумных систем.</i>		
Тема 2.1 Элементы вакуумных систем	ПК-8	Зачет
Тема 2.2 Вакуумные материалы и уплотнения.	ПК-8	Зачет
Тема 2.3 Очистка и монтаж элементов вакуумных систем.	ПК-8	Зачет

Вопросы к экзамену по дисциплине

1. Газовые законы. Законы идеальных газов
2. Газовые законы. Испарение, конденсация, понятия "газ", "пар".
3. Тепловое движение молекул. Давление с точки зрения кинетической теории.
4. Свойства газов в зависимости от степени вакуума. Средняя длина свободного пробега.
5. Степени вакуума. Соударение молекул и поток газа.
6. Понятие диффузии газов.
7. Теплопроводность и внутреннее трение газов
8. Понятие быстроты откачки объема и быстроты действия насоса.
9. Сопротивление и пропускная способность вакуум провода. Основное уравнение вакуумной техники.
10. Вид течения газа. Критерий Кнудсена.
11. Пропускная способность отверстия. Молекулярный режим течения газа.
12. Отверстие в стенке конечных размеров. Вязкостный режим течения газа.
13. Пропускная способность трубопроводов. Молекулярный режим течения газа. Длинный трубопровод с круглым сечением.
14. Трубопровод переменного сечения. Длинный трубопровод с круговым сечением.
15. Вакуумпровод с большой пропускной способностью. Вакуумпровод с малой пропускной способностью.
16. Согласование насосов, работающих последовательно.
17. Классификация насосов. Основные параметры вакуумных насосов.
18. Водокольцевые насосы. Вращательные насосы с масляным уплотнением.
19. Плунжерные насосы.
20. Вращательные насосы с масляным уплотнением. Двухроторные насосы.
21. Кулачковые насосы. Объемные возвратно-поступательные насосы. Диафрагменные насосы.
22. Турбомолекулярные насосы.
23. Диффузионные насосы.
24. Геттерные насосы.
25. Магниторазрядные насосы.
26. Низкотемпературные средства откачки. Криoadсорбционные насосы: принцип работы, конструкция насоса.
27. Низкотемпературные средства откачки. Криоконденсационные насосы: понятие быстроты откачки и предельного давления насоса, конструкция насоса.
28. Низкотемпературные средства откачки. Криоконденсационные насосы. Принцип работы охлаждающего экрана.

29. Вакуумметрия. Механические (деформационные) вакуумметры: трубка Бурдона.
30. Вакуумметрия. Механические (деформационные) вакуумметры: мембранные преобразователи.
31. Вакуумметрия. Гидростатические преобразователи: U-образные манометры, манометр Мак-Леода.
32. Вакуумметрия. Емкостные манометры. Датчик давления Баратрон.
33. Вакуумметрия. Тепловые вакуумметры: уравнение баланса мощностей, преобразователь сопротивления (манометр Пирани).
34. Вакуумметрия. Тепловые вакуумметры: уравнение баланса мощностей, термопарный преобразователь.
35. Вакуумметрия. Электронный ионизационный вакуумметр: конструкция лампы преобразователя, принцип работы.
36. Вакуумметрия. Электронный ионизационный вакуумметр: измерительная часть ионизационного манометра, связь ионного тока с давлением.
37. Вакуумметрия. Ионизационные манометры с повышенным верхним пределом давлений и для сверхвысокого вакуума. Конструкция датчика с осевым коллектором.
38. Вакуумметрия. Ионизационные манометры с повышенным верхним пределом давлений и для сверхвысокого вакуума. Магнетронный ионизационный манометр.
39. Вакуумметрия. Магнитные электроразрядные вакуумметры: принцип работы, зависимость тока разряда от давления.
40. Вакуумметрия. Магнитные электроразрядные вакуумметры: типы датчиков.
41. Измерение парциальных давлений. Статические магнитные газоанализаторы.
42. Измерение парциальных давлений. Времяпролетный масс-спектрометр.
43. Измерение парциальных давлений. Резонансный радиочастотный масс-спектрометр (омегатрон).
44. Измерение парциальных давлений. Квадрупольный и монополярный масс-спектрометры.
45. Измерение парциальных давлений. Радиочастотный масс-спектрометр (фарвитрон).
46. Измерение парциальных давлений. Радиочастотный масс-спектрометр (топатрон).
47. Измерение газовых потоков. Основные понятия. Выражение для определения газового потока.
48. Измерение газовых потоков. Метод двух манометров.
49. Измерение газовых потоков. Метод постоянного давления.
50. Измерение газовых потоков. Метод постоянного объема.
51. Измерение газовых потоков. Косвенные методы определения газовых потоков.
52. Течеискание. Количественная оценка течи.
53. Течеискание. Компрессионный метод. Искровой течеискатель.
54. Течеискание. Манометрический метод.
55. Течеискание. Галоидный течеискатель.
56. Течеискание. Гелиевый течеискатель.
57. Элементы вакуумных систем. Вакуумные материалы.
58. Вакуумные материалы. Металлы.
59. Вакуумные материалы. Стекла: кривая зависимости вязкости стекла от температуры.
60. Вакуумные материалы. Стекла: внутренние напряжения в стекле, типы вакуумного стекла.
61. Вакуумные материалы. Керамика.
62. Вакуумные материалы. Органические материалы.
63. Вакуумно-герметичная пайка. Процесс пайки: требования к деталям, использование флюсов, примеры паяных соединений (рациональные конструкции).
64. Вакуумно-герметичная пайка. Спай металл-стекло: основные условия, технические решения.

65. Вакуумно-герметичная пайка. Спай металл-стекло: согласованные и несогласованные спаи.
66. Сварные соединения. Типы сварок. Требования к свариваемым деталям.

Вопросы к зачету по дисциплине

1. Водокольцевые насосы. Вращательные насосы с масляным уплотнением.
2. Плунжерные насосы.
3. Вращательные насосы с масляным уплотнением. Двухроторные насосы.
4. Кулачковые насосы. Объемные возвратно-поступательные насосы. Диафрагменные насосы.
5. Турбомолекулярные насосы.
6. Диффузионные насосы.
7. Геттерные насосы.
8. Магниторазрядные насосы.
9. Низкотемпературные средства откачки. Криoadсорбционные насосы: принцип работы, конструкция насоса.
10. Низкотемпературные средства откачки. Криоконденсационные насосы: понятие скорости откачки и предельного давления насоса, конструкция насоса.
11. Низкотемпературные средства откачки. Криоконденсационные насосы. Принцип работы охлаждающего экрана.
12. Вакуумметрия. Механические (деформационные) вакуумметры: трубка Бурдона.
13. Вакуумметрия. Механические (деформационные) вакуумметры: мембранные преобразователи.
14. Вакуумметрия. Гидростатические преобразователи: U-образные манометры, манометр Мак-Леода.
15. Вакуумметрия. Емкостные манометры. Датчик давления Баратрон.
16. Вакуумметрия. Тепловые вакуумметры: уравнение баланса мощностей, преобразователь сопротивления (манометр Пирани).
17. Вакуумметрия. Тепловые вакуумметры: уравнение баланса мощностей, термопарный преобразователь.
18. Вакуумметрия. Электронный ионизационный вакуумметр: конструкция лампы преобразователя, принцип работы.
19. Вакуумметрия. Электронный ионизационный вакуумметр: измерительная часть ионизационного манометра, связь ионного тока с давлением.
20. Вакуумметрия. Ионизационные манометры с повышенным верхним пределом давлений и для сверхвысокого вакуума. Конструкция датчика с осевым коллектором.
21. Вакуумметрия. Ионизационные манометры с повышенным верхним пределом давлений и для сверхвысокого вакуума. Магнетронный ионизационный манометр.
22. Вакуумметрия. Магнитные электроразрядные вакуумметры: принцип работы, зависимость тока разряда от давления.
23. Вакуумметрия. Магнитные электроразрядные вакуумметры: типы датчиков.
24. Течеискание. Количественная оценка течи.
25. Течеискание. Компрессионный метод. Искровой течеискатель.
26. Течеискание. Манометрический метод.
27. Течеискание. Галоидный течеискатель.
28. Течеискание. Гелиевый течеискатель.
29. Виды загрязнений в вакуумной технике. Загрязнения деталей механическими частицами.
30. Виды загрязнений в вакуумной технике. Загрязнения деталей соединениями хлора.
31. Виды загрязнений в вакуумной технике. Загрязнения деталей соединениями серы.
32. Виды загрязнений в вакуумной технике. Загрязнения углеводородами.

33. Виды загрязнений в вакуумной технике. Общие соображения по выбору методов химической очистки.
34. Методы очистки деталей от механических загрязнений. Контроль запыленности деталей и воздуха.
35. Методы очистки деталей от солевых загрязнений. Методы определения солевых загрязнений.
36. Методы очистки от органических загрязнений. Обезжиривание, травление, электролитическая очистка.
37. Методы очистки от органических соединений. Очистка с использованием ультразвука. Прополаскивание очищенных деталей.
38. Термические процессы очистки деталей. Механизмы поглощения газов деталями.
39. Термические процессы очистки деталей. Движущая сила механизма обезгаживания металлов.
40. Термические процессы очистки деталей. Влияние температуры и давления.
41. Термические процессы очистки деталей. Влияние среды.
42. Локализация газов в металлах. Выбор температуры для отжига металлов и сплавов.

Тематика курсового проекта

Тема курсовой работы: Проектирование и расчёт вакуумной системы.

Содержание пояснительной записки

1. Титульный лист
 2. Задание на курсовую работу
 3. Введение. Постановка задачи
 4. Схема установки вакуумной системы
 5. Выбор насосов вакуумной системы
 - 5.1. Расчет общей газовой нагрузки
 - 5.2. Выбор высоковакуумного насоса
 - 5.3. Выбор форвакуумного насоса
 6. Определение конструктивных размеров трубопроводов и выбор элементов вакуумной системы.
 7. Расчет распределения давления в высоковакуумной и форвакуумной части
 8. Заключение. Выводы по результатам проектирования
- Список используемой литературы

Типовые задания для самостоятельной работы

Чтение и анализ научной литературы по темам и проблемам курса.
 Конспектирование, аннотирование научных публикаций.
 Рецензирование учебных пособий, монографий, научных статей, авторефератов.
 Анализ нормативных документов и научных отчётов.
 Реферирование научных источников.
 Сравнительный анализ научных публикаций, авторефератов и др.
 Проектирование методов исследования и исследовательских методик и др.
 Подготовка выступлений для коллективной дискуссии.

Критерии оценивания компетенций (результатов)

1. Уровень усвоения материала, предусмотренного программой.
2. Умение анализировать материал, устанавливать причинно-следственные связи.
3. Ответы на вопросы: полнота, аргументированность, убежденность, умение
4. Качество ответа (его общая композиция, логичность, убежденность, общая эрудиция)
5. Использование дополнительной литературы при подготовке ответов

**Уровень освоения сформированности знаний, умений и навыков
по дисциплине за второй семестр оценивается в форме:**

Оценка «зачтено»	выставляется студенту, который прочно усвоил предусмотренный программный материал; правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров; показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов. Обязательным условием выставленной оценки является правильная речь в быстром или умеренном темпе. Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной работы.
Оценка «не зачтено»	выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем. Целостного представления о взаимосвязях, компонентах, этапах развития культуры у студента нет. Оценивается качество устной и письменной речи, как и при выставлении положительной оценки.

**Уровень освоения сформированности знаний, умений и навыков
по дисциплине за третий семестр оценивается в форме:**

Оценка «Отлично»	выставляется студенту, который продемонстрировал отличное понимание предмета, прочно усвоил предусмотренный программный материал, сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов.
Оценка «Хорошо»	выставляется студенту, который продемонстрировал достаточно полное понимание предмета, хорошие систематизированные знания, умения и навыки.
Оценка «Удовлетворительно»	выставляется студенту, который продемонстрировал приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и навыки.
Оценка «Неудовлетворительно»	выставляется студенту, который продемонстрировал результаты обучения, не соответствующие минимальным требованиям

Оценочные средства составил:

доцент кафедры
«Промышленной электроники»

_____ Е.Ю. Грачев

Заведующий кафедрой
«Промышленной электроники»

_____ С.А. Круглов