

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

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
А.В. Корячко

Конструирование и технология вакуумных систем
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Промышленной электроники
Учебный план	11.03.03_21_00.rlx 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Консультирование перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	66,35	66,35	66,35	66,35
Контактная работа	66,35	66,35	66,35	66,35
Сам. работа	69	69	69	69
Часы на контроль	44,65	44,65	44,65	44,65
Итого	180	180	180	180

г. Рязань

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Грачев Евгений Юрьевич

Рабочая программа дисциплины

Конструирование и технология вакуумных систем

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 928)

составлена на основании учебного плана:

11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

утвержденного учёным советом вуза от 25.06.2021 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Промышленной электроники

Протокол от 30.06.2021 г. № 12

Срок действия программы: 2021-2025 уч.г.

Зав. кафедрой Круглов Сергей Александрович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры
Промышленной электроники

Протокол от _____ 2022 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
Промышленной электроники

Протокол от _____ 2023 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Промышленной электроники

Протокол от _____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры

Промышленной электроники

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	является формирование у студентов: знаний в области техники получения и измерения вакуума, умений решать задачи, связанные с проектированием вакуумных систем и установок.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Данная дисциплина базируется на следующих дисциплинах учебного плана: «Физика», «Математика», «Информатика», «Инженерная и компьютерная графика».
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.2	Преддипломная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-6: Способен осуществлять контроль электрических параметров активной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"	
ПК-6.1. Выполняет методики измерения параметров активной части схемы с учетом электрических параметров корпуса и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"	
Знать основные моменты наладки, проверки работоспособности вакуумного технологического оборудования, используемого для производства материалов и изделий электронной техники Уметь налаживать, испытывать, проверять работоспособность оборудования для создания пониженного давления (вакуума), устройств контроля измерения давления и контроля среды Владеть навыками по наладке, испытанию, проверке работоспособности оборудования для создания вакуума, используемого для производства материалов и изделий электронной техники	
ПК-6.2. Выполняет статистическую обработку измеренных параметров активной части схемы с учетом электрических параметров корпуса и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"	
Знать основные моменты наладки, проверки работоспособности вакуумного технологического оборудования, используемого для производства материалов и изделий электронной техники Уметь налаживать, испытывать, проверять работоспособность оборудования для создания пониженного давления (вакуума), устройств контроля измерения давления и контроля среды Владеть навыками по наладке, испытанию, проверке работоспособности оборудования для создания вакуума, используемого для производства материалов и изделий электронной техники	

ПК-9: Способен проводить оценочный расчет параметров отдельных аналоговых блоков и СФ-блока в целом	
ПК-9.1. Определяет численные значения основных технических характеристик отдельных аналоговых блоков	
Знать основные моменты наладки, проверки работоспособности вакуумного технологического оборудования, используемого для производства материалов и изделий электронной техники Уметь налаживать, испытывать, проверять работоспособность оборудования для создания пониженного давления (вакуума), устройств контроля измерения давления и контроля среды Владеть навыками по наладке, испытанию, проверке работоспособности оборудования для создания вакуума, используемого для производства материалов и изделий электронной техники	
ПК-9.2. Выполняет расчет уровней питающих, входных и выходных напряжений	
Знать основные моменты наладки, проверки работоспособности вакуумного технологического оборудования, используемого для производства материалов и изделий электронной техники Уметь налаживать, испытывать, проверять работоспособность оборудования для создания пониженного давления (вакуума), устройств контроля измерения давления и контроля среды Владеть навыками по наладке, испытанию, проверке работоспособности оборудования для создания вакуума, используемого для производства материалов и изделий электронной техники	

ПК-9.3. Выполняет оценку необходимого быстродействия, пределов потребляемой мощности, площади и других специальных параметров блоков
Знать

основные моменты наладки, проверки работоспособности вакуумного технологического оборудования, используемого для производства материалов и изделий электронной техники

Уметь

налаживать, испытывать, проверять работоспособность оборудования для создания пониженного давления (вакуума), устройств контроля измерения давления и контроля среды

Владеть

навыками по наладке, испытанию, проверке работоспособности оборудования для создания вакуума, используемого для производства материалов и изделий электронной техники

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основные правила составления схем вакуумных установок технологического оборудования, принципы работы и условия эксплуатации форвакуумных и высоковакуумных насосов различных типов, назначение вспомогательных узлов вакуумных систем, основные правила составления схем заземления вакуумных установок технологического оборудования, виды блокировочных устройств и алгоритмы их работы, устройство защитных кожухов и ограждений.
3.2	Уметь:
3.2.1	составлять принципиальные и структурные вакуумные схемы технологического оборудования, рассчитывать характеристики необходимого вакуумного насосного оборудования и вспомогательных узлов, составлять схемы заземления вакуумных установок технологического оборудования, выполнять расчет контуров заземления, применять различные виды блокировочных устройств.
3.3	Владеть:
3.3.1	в области применения средств автоматизированного проектирования вакуумных схем, технологий монтажа вакуумного оборудования, разъемных вакуумных соединений различного типа, в области расчета систем и контуров заземления установок питания и управления вакуумного технологического оборудования.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Основные принципы, методы и устройства получения и измерения вакуума					
1.1	Свойства газов при низких давлениях /Тема/	7	0			
1.2	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. /Лек/	7	2	ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-З ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-З ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-З ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-З ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	

1.3	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. /Ср/	7	8	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	
1.4	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. /Экзамен/	7	4	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	
1.5	Теоретические основы процесса откачки /Тема/	7	0			
1.6	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. /Лек/	7	4	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	
1.7	Расчет сопротивления и пропускной способности трубопровода круглого сечения, и трубопровода переменного сечения. /Пр/	7	4	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	

1.8	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. /Ср/	7	8	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	
1.9	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. /Экзамен/	7	7	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	
1.10	Методы получения вакуума. /Тема/	7	0			
1.11	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. /Лек/	7	4	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	
1.12	Расчет скорости откачки объемных вращательных насосов различных типов. /Пр/	7	4	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	

1.13	Расчет скорости откачки физико-химических насосов различных типов. /Пр/	7	4	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	
1.14	Изучение принципа работы и конструкции объемных вращательных насосов. /Лаб/	7	4	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	
1.15	Изучение принципа работы и устройства турбомолекулярного насоса. /Лаб/	7	4	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	
1.16	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 /Ср/	7	11	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	

1.17	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 /Экзамен/	7	7	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	
1.18	Измерение общих и парциальных давлений. /Тема/	7	0			
1.19	Механические деформационные вакуумметры. Гидростатические вакуумметры. Тепло-вые вакуумметры. Электронные ионизационные вакуумметры. Магнитные электрораз-рядные вакуумметры. Емкостные вакуумметры. Методы измерения парциальных дав-лений. Статические магнитные газоанализаторы. Времяпролетный масс-спектрометр. Омегатрон. /Лек/	7	4	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	
1.20	Изучение устройства и принципа работы тепловых и ионизационных манометров. /Лаб/	7	4	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	
1.21	Расшифровка масс-спектра квадрупольного анализатора и определение парциальных давлений. /Пр/	7	4	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	

1.22	Механические деформационные вакуумметры. Гидростатические вакуумметры. Тепло-вые вакуумметры. Электронные ионизационные вакуумметры. Магнитные электроразрядные вакуумметры. Емкостные вакуумметры. Методы измерения парциальных давлений. Статические магнитные газоанализаторы. Времяпролетный масс-спектрометр. Омегатрон /Ср/	7	9	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	
1.23	Механические деформационные вакуумметры. Гидростатические вакуумметры. Тепло-вые вакуумметры. Электронные ионизационные вакуумметры. Магнитные электроразрядные вакуумметры. Емкостные вакуумметры. Методы измерения парциальных давлений. Статические магнитные газоанализаторы. Времяпролетный масс-спектрометр. Омегатрон. /Экзамен/	7	4,65	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	
1.24	Измерение газовых потоков. Методы течеискания. /Тема/	7	0			
1.25	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. /Лек/	7	4	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	
1.26	Определение наличия течи в вакуумной камере методом пробного газа. /Лаб/	7	4	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	

1.27	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. /Ср/	7	8	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	
1.28	Работа с гелиевым течеискателем. Основные приемы, схемы течеискания. /ИКР/	7	0,35	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	
1.29	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 /Экзамен/	7	4	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	
	Раздел 2. Основные этапы конструирования, сборки и испытания вакуумных систем					
2.1	Элементы вакуумных систем /Тема/	7	0			
2.2	Вакуумпроводы. Запорная арматура. Типы разборных и неразборных вакуумных соединений. Типы фланцевых соединений. Вакуумная сварка и пайка. Вакуумные электрические вводы. Вакуумные вводы движения. Ловушки. /Лек/	7	6	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	

2.3	Вакуумпроводы. Запорная арматура. Типы разборных и неразборных вакуумных соединений. Типы фланцевых соединений. Вакуумная сварка и пайка. Вакуумные электрические вводы. Вакуумные вводы движения. Ловушки /Ср/	7	9	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	
2.4	Вакуумпроводы. Запорная арматура. Типы разборных и неразборных вакуумных соединений. Типы фланцевых соединений. Вакуумная сварка и пайка. Вакуумные электрические вводы. Вакуумные вводы движения. Ловушки. /Экзамен/	7	6	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	
2.5	Вакуумные материалы и уплотнения /Тема/	7	0			
2.6	Материалы, используемые в вакуумной технике. Вакуумные стекла. Керамические и силикатные материалы. Органические материалы. Типы вакуумных уплотнений. /Лек/	7	4	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	
2.7	Материалы, используемые в вакуумной технике. Вакуумные стекла. Керамические и силикатные материалы. Органические материалы. Типы вакуумных уплотнений. /Ср/	7	8	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	

2.8	Материалы, используемые в вакуумной технике. Вакуумные стекла. Керамические и силикатные материалы. Органические материалы. Типы вакуумных уплотнений. /Экзамен/	7	6	ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-З ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-З ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-З ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-З ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	
2.9	Очистка и монтаж элементов вакуумных систем /Тема/	7	0			
2.10	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. /Лек/	7	4	ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-З ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-З ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-З ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-З ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	
2.11	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. /Ср/	7	8	ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-З ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-З ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-З ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-З ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	
2.12	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. /Экзамен/	7	6	ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-З ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-З ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-З ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-З ПК-9.3-У ПК-9.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	

2.13	Консультация перед экзаменом /Кнс/	7	2	ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-9.1-3 ПК-9.1-У ПК-9.1-В ПК-9.2-3 ПК-9.2-У ПК-9.2-В ПК-9.3-3 ПК-9.3-У ПК-9.3-В		
------	------------------------------------	---	---	--	--	--

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Хаблянян М. Х., Саксаганский Г. Л., Бурмистров А. В.	Вакуумная техника. Оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация. Часть 1. Инженерно-физические основы : учебное пособие	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013, 233 с.	978-5-7882-1447-4, http://www.iprbookshop.ru/61961.html
Л1.2	Хаблянян М. Х., Саксаганский Г. Л., Бурмистров А. В.	Вакуумная техника. Оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация. Часть 2. Вакуумные насосы : учебное пособие	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016, 300 с.	978-5-7882-1977-6, http://www.iprbookshop.ru/79274.html

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Шешин Е.П.	Вакуумные технологии : учеб. пособие	Долгопрудный : ИД "Интеллект", 2009, 504с.	978-5-91559-012-9, 1
Л2.2	Розанов Л.Н.	Вакуумная техника : Учеб.для вузов	М.:Высшая школа, 1990, 320 с	5-06-000479-1, 1

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
---	---------------------	----------	-------------------	-------------------------

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
ЛЗ.1	Шатохин В. Л., Шестак В. П.	Вакуумная техника: лабораторный практикум	Москва: НИЯУ МИФИ, 2010, 84 с.	978-5-7262-1255-5, http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=75757

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	ВАКУУМНАЯ ТЕХНИКА Вакуумные системы для любых отраслей науки и промышленности // https://vacuum.ru
----	---

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
LibreOffice	Свободное ПО
MathCAD	Коммерческая лицензия
SolidWorks	Коммерческая лицензия

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru
---------	---

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	103 лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения учебных занятий, компьютерный класс. Специализированная мебель (24 посадочных места), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. ПК. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
2	214 лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения учебных занятий. Специализированная мебель (60 посадочных мест), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. ПК.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Круглов Сергей
Александрович, Заведующий кафедрой ПЭЛ

28.09.23 15:11 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Круглов Сергей
Александрович, Заведующий кафедрой ПЭЛ

28.09.23 15:11 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ПРОРЕКТОРОМ ПО УР

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Круглов Сергей
Александрович, Заведующий кафедрой ПЭЛ

28.09.23 15:11 (MSK)

Простая подпись

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Корячко Алексей
Вячеславович, Проректор по учебной работе

28.09.23 15:25 (MSK)

Простая подпись