

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 09 » октября 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ Основы вакуумной техники
(наименование)

Форма обучения: _____ очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

(код и наименование направления)

Направленность: Материаловедение и технологии материалов (общий профиль,
СУОС)

(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Получение знаний по теоретическим основам функционирования вакуумной техники, ознакомление с устройством и принципами действия различных типов средств для создания и поддержания вакуума, приборами и методами вакуумметрии и течеискания, областями применения вакуумной техники; освоение навыков и умений работы с вакуумной техникой.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Физические принципы работы основных типов устройств для создания вакуума;
Современные устройства для создания вакуума и применение вакуумных установок в различных областях науки и техники;
Устройства для создания вакуума и установки, использующие вакуум в качестве рабочей среды;
Методы и приёмы работы на вакуумном оборудовании, его диагностика и обслуживание.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.5	ИД-1ПК-2.5	Владеет навыками работы на откачном вакуумном оборудовании. Владеет навыками измерения вакуума и поиска течей. Владеет навыками самостоятельного выбора средств измерения и контроля для процессов получения материалов с использованием вакуума, вакуумного испытательного и производственного оборудования. Владеет навыками самостоятельного выбора необходимого вакуумного оборудования, оснастки и средств механизации и автоматизации для реализации конкретных технологических задач.	Знает основы технологии покрытий – физические принципы, методы и средства подготовки поверхности деталей перед нанесением покрытий; физические принципы, методы и средства создания покрытий, управления технологическими параметрами и контроля качества покрытий различного назначения; основы вакуумной техники; физические принципы и оборудование для создания и измерения вакуума	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.5	ИД-2ПК-2.5	<p>Знает основные типы и характеристики современных контрольных и измерительных компонентов вакуумных систем, основные виды контрольного и измерительного оборудования, требования к средствам измерения вакуума для стандартизации техпроцессов и оборудования.</p> <p>Знает основные типы технологического оборудования для создания вакуума, требования безопасности при работе с вакуумным оборудованием, требования к средствам откачки и измерения вакуума для объединения их в автоматизированные комплексы для различных техпроцессов и при различных условиях эксплуатации вакуумного оборудования.</p>	<p>Умеет исследовать свойства специальных покрытий на имеющемся оборудовании и приборах; выбирать состав покрытия для конкретных видов изделий и условий эксплуатации; выбирать экономически оправданную технологию нанесения покрытий для обеспечения максимальной функциональности и надежности в эксплуатации; контролировать работу оборудования при проведении отдельных операций нанесения покрытий</p>	Контрольная работа
ПК-2.5	ИД-3ПК-2.5	<p>Умеет выполнять текущую диагностику и ТО средств откачки и измерения вакуума, диагностировать вакуумные системы на наличие течей.</p> <p>Умеет определять эксплуатационные свойства вакуумных комплексов для различных техпроцессов и выбирать технические средства измерения и контроля вакуума.</p> <p>Умеет применять принципы механизации и автоматизации процессов получения, поддержания и измерения вакуума,</p>	<p>Владет навыками выбора методов подготовки подложки к нанесению покрытий; расчета оптимальных режимов нанесения покрытий для конкретного вида изделия; работы на вакуумном оборудовании</p>	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		выбора и эксплуатации оборудования и оснастки, методы и приемы организации труда, обеспечивающие эффективное, экологически и технически безопасное производство.		

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	45	45	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	16	16	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	9	9	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	63	63	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
5-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Введение	2	0	0	0
Предмет и задачи изучения дисциплины. Основные понятия, термины и определения. Степени вакуума. Этапы развития вакуумной техники. Области применения вакуумной техники. Материалы вакуумных систем. Анализ состояния, тенденции и перспективы развития вакуумной техники.				
Устройства для создания вакуума	10	10	9	42
Передача движения на границе «атмосфера-вакуум». Механические вакуумные вводы: вращения, сильфонные, мембранные, заливные, с фторопластовым уплотнением, с резиновыми манжетами, с магнитной жидкостью. Вакуумные вводы с разрывом силовой связи. Электрические вакуумные вводы. Запорная и коммутирующая аппаратура. Механические вакуумные насосы. Классификация, устройство и принцип действия механических насосов. Поршневые, жидкостно-кольцевые, пластинчато-статорные, пластичато-роторные и плунжерные насосы. Рабочие жидкости механических насосов. Основные характеристики и критерии отказов. Безмасляная откачка. Двухроторные, мембранные, турбомолекулярные, когтевые и спиральные насосы. Механизация и автоматизация откачки низкого вакуума. Струйные вакуумные насосы. Классификация. Истечение газов из сопел, скачок уплотнения. Зависимость скорости откачки от рода откачиваемого газа, мощности подогрева и рода рабочей жидкости. Жидкоструйные, парожетронные, бустерные и диффузионные насосы. Вакуумные пароструйные агрегаты. Основные характеристики, критерии отказов. Классификация, устройство и принцип действия вакуумных ловушек. Автоматизация откачки высокого вакуума, блокировки, сигнальные средства. Электрофизические средства откачки. Классификация и принцип действия. Испарительные геттерные насосы. Геттерно-ионные, магнитно-электроразрядные, геттерные и комбинированные насосы. Автоматизация откачки высокого вакуума, блокировки, сигнальные средства Тема 5. Низкотемпературные средства откачки (крионасосы). Классификация и принцип действия. Низко- и высоковакуумные конденсационные насосы. Адсорбционные насосы. Технические характеристики крионасосов. Автоматизация				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
процессов откачки и регенерации, блокировки, сигнальные средства.				
Измерение вакуума	3	3	0	12
Средства измерения вакуума. Датчики низкого и среднего вакуума: деформационные, жидкостные и тепловые вакуумметры. Датчики высокого и сверхвысокого вакуума: ионизационные и магниторазрядные вакуумметры. Измерительные блоки. Средства автоматизации измерений.				
Течеискание	3	3	0	9
Негерметичность вакуумных систем. Общие сведения. Методы течеискания: манометрический, масс-спектрометрический, галогенный, катарометрический, пузырьковый и метод высокочастотного разряда. Аммиачный и люминесцентный методы течеискания. Схемы и принцип действия течеискателей.				
ИТОГО по 5-му семестру	18	16	9	63
ИТОГО по дисциплине	18	16	9	63

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Изучение устройства и работы вакуумных вводов: передача движения (сальниковые, упругие, волновые, трубчатые, сильфонные), передача энергии (силовые, коммутирующие, высоковольтные).
2	Изучение устройства, принципа действия, областей применения двухроторных насосов (насоса Рутса) на примере насоса ДВН-50.
3	Изучение устройства, принципа действия, областей применения пластинчато-роторных насосов на примере насоса 2НВР-5ДМ.
4	Изучение устройства, принципа действия, областей применения плунжерных (золотниковых) насосов на примере агрегата АВЗ-20Д (НВЗ-20Д).
5	Изучение устройства, принципа действия, областей применения турбомолекулярных насосов на примере насоса ТМН-500.
6	Изучение рабочих жидкостей для механических маслозаполненных и струйных вакуумных насосов. Эксплуатация насосов с рабочими жидкостями.
7	Изучение устройства, принципа действия, областей применения струйных насосов на примере водоструйного насоса и диффузионного паромасляного насоса Н-100.
8	Изучение устройства, принципа действия, областей применения электрофизических насосов на примере магниторазрядного диодного насоса НМД-0,4-1.
9	Изучение устройства, принципа действия, областей применения криогенных насосов на примере криосорбционного насоса ЦВН-0,1-2.

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Проведение режима вакуумного травления на вакуумной печи СШВ 1.2,5/25И1. Особенности эксплуатации вакуумной системы в условиях высоких температур. Автоматизация процесса измерения и регулирования температуры.
2	Автоматизация процессов откачки, измерения вакуума и проведения режима нанесения покрытия под управлением ПК. Проведение режима нанесения покрытия термическим испарением в вакууме на вакуумной установке «Чайка». Особенности эксплуатации установок для вакуумного нанесения покрытий.
3	Измерение низкого и высокого вакуума в процессе откачки вакуумной установки
4	Определение величины натекания в вакуумную камеру манометрическим методом

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Ярмонов А. Н. Вакуумные технологии : учебные технологии / А. Н. Ярмонов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015.	5
2	Ярмонов А. Н. Основы вакуумной техники, технологии : учебное пособие / А. Н. Ярмонов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010.	5
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Вакуумная техника : справочник / Е. С. Фролов [и др.]. - М.: Машиностроение, 1992.	23
2	Вакуумная техника : справочник / К. Е. Демихов [и др.]. - Москва: Машиностроение, 2009.	1
3	Кузьмин В. В. Вакуумные измерения / В. В. Кузьмин. - Москва: Изд-во стандартов, 1992.	1
4	Шешин Е.П. Вакуумные технологии / Е.П. Шешин. - Долгопрудный: Интеллект, 2009.	5
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Демихов К. Е. Вакуумная техника : справочник / Демихов К. Е., Панфилов Ю. В., Никулин Н. К., Автономова И. В. - Москва: Машиностроение, 2009.	https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=723	локальная сеть; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Наноиндустрия : научно-технический журнал / Техносфера. - Москва: Техносфера, 2007 - .	http://www.nanoindustry.su/	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Перспективные материалы : журнал / Российская академия наук; Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова; Московский государственный институт электроники и математики; Московский государственный индустриальный университет. - Москва: Интерконт	http://www.j-pm.ru/	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Ярмонов А. Н. Вакуумные технологии : учебные технологии / А. Н. Ярмонов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015.	http://elhttp://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2728u.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3817//elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3817	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Ярмонов А. Н. Основы вакуумной техники, технологии : учебное пособие / А. Н. Ярмонов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010.	http://elhttp://http://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=489elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3316ib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=489	локальная сеть; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных компании Springer Customer Service Center GmbH	http://link.springer.com/ http://www.springerprotocols.com/ http://materials.springer.com/ http://zbmath.org/ http://npg.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Установка нанесения покрытий термическим испарением в вакууме	1
Лабораторная работа	Электродпечь вакуумная шахтная СШВ 1.2,5/25И1	1
Лекция	Мультимедиапроектор, ноутбук, акустическая система	1
Практическое занятие	Макеты средств откачки, макеты вакуумных ловушек, макеты датчиков вакуума	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации по дисциплине
«Основы вакуумной техники»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
Направленность (профиль) образовательной программы:	Материаловедение и технологии авиационно-космических материалов
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	Механика композиционных материалов и конструкций
Форма обучения:	Очная
Курс: 3	Семестр: 5
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч.
Виды промежуточного контроля:	
Зачет:	5 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1.Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (5-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, лабораторные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим и лабораторным работам и дифференцированного зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля						
	Текущий		Рубежный			Промежуточный	
	ОП	КР	ОПР	Т/КР	РР		Зачет
Усвоенные знания							
- Знает основные типы и характеристики современных контрольных и измерительных компонентов вакуумных систем, основные виды контрольного и измерительного оборудования, требования к средствам измерения вакуума для стандартизации техпроцессов и оборудования. Знает основные типы технологического оборудования для создания вакуума, требования безопасности при работе с вакуумным оборудованием, требования к средствам откачки и измерения вакуума для объединения их в автоматизированные комплексы для различных техпроцессов и при различных условиях эксплуатации вакуумного оборудования;		КР1 КР2 КР№		Т/КР1- Т/КР3			КО
Освоенные умения							
- Умеет выполнять текущую диагностику и ТО средств откачки и измерения вакуума, диагностировать вакуумные системы на наличие течей.		ПЗ1- ПЗ9					КО

<p>Умеет определять эксплуатационные свойства вакуумных комплексов для различных техпроцессов и выбирать технические средства измерения и контроля вакуума.</p> <p>Умеет применять принципы механизации и автоматизации процессов получения, поддержания и измерения вакуума, выбора и эксплуатации оборудования и оснастки, методы и приемы организации труда, обеспечивающие эффективное, экологически и технически безопасное производство.</p>							
Приобретенные владения							
<p>- Владеет навыками работы на откачном вакуумном оборудовании. Владеет навыками измерения вакуума и поиска течей.</p> <p>Владеет навыками самостоятельного выбора средств измерения и контроля для процессов получения материалов с использованием вакуума, вакуумного испытательного и производственного оборудования.</p> <p>Владеет навыками самостоятельного выбора необходимого вакуумного оборудования, оснастки и средств механизации и автоматизации для реализации конкретных технологических задач;</p>		ПЗ1- ПЗ9 ЛР1 ЛР2 ЛР3 ЛР4	ОПР1 - ОПР9 ОЛР1 ОЛР2 ОЛР3 ОЛР4				КО

ОП – опрос, для анализа усвоения материала предыдущей лекции; КР – контрольная работа по теме; ПЗ – практическое занятие; ОПР – отчет по практической работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); РР – расчетная работа, ИЗ – индивидуальное задание; КО – комплексная оценка учитывающая выполнение всех контрольных мероприятий в семестре.

Итоговой оценкой достижения является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или

бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

По темам, имеющим большую теоретическую нагрузку для контроля знаний (табл. 1.1) проводятся контрольные работы. Качество и полнота ответов на вопросы оценивается по 4-балльной шкале, заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме выполнения индивидуальных заданий (реферат), защиты практических и лабораторных работ, расчетно-графических работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита практических и лабораторных работ

Всего запланировано 9 практических и 4 лабораторных работ. Типовые темы практических и лабораторных работ приведены в РПД.

Защита практической и лабораторной работ проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 3 рубежных контрольных работ (Т/КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая и вторая Т/КР по модулю 1 «Устройства для создания вакуума», третья Т/КР – по модулю 2 «Измерение вакуума».

Типовые вопросы и задания первой Т/КР:

1. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки, маркировка жидкостно-кольцевых вакуумных насосов.

2. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки, маркировка двухроторных вакуумных насосов (насосов Рутса).
3. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки, маркировка пластинчато-роторных вакуумных насосов.
4. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки, маркировка пластинчато-статорных вакуумных насосов.
5. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки, маркировка плунжерных (золотниковых) вакуумных насосов.
6. Рабочие жидкости механических маслозаполненных насосов.

Типовые вопросы и задания второй Т/КР:

1. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки, маркировка жидкостно-струйных вакуумных насосов.
2. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки одноступенчатого парожеторного вакуумного насоса, области применения, маркировка.
3. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки, маркировка многоступенчатого парожеторного вакуумного насоса.
4. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки, маркировка бустерных вакуумных насосов.
5. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки, маркировка диффузионных вакуумных насосов.
6. Принцип работы фракционирующего устройства диффузионного паромасляного насоса.
7. Рабочие жидкости струйных насосов.

Типовые вопросы и задания третьей Т/КР:

1. В чем состоит различие вакуумметров прямого и косвенного измерения?
2. Перечислите основные типы и раскройте принцип действия деформационных манометров.
3. Принцип действия тепловых манометров, виды измеряемых сигналов и методик измерения.
4. Ионизационные и радиоизотопные вакуумметры, принцип ионизации, зависимость уровня сигнала от величины давления.
5. Магнитные электроразрядные вакуумметры, принцип действия, зависимость уровня сигнала от величины давления.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Выполнение индивидуального комплексного задания на самостоятельную работу.

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется

комплексное задание.

Примеры тем индивидуальных комплексных заданий приведены в приложении 1.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических, лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме дифференцированного зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые теоретические вопросы с вариантами ответов для контроля усвоенных знаний в форме тестирования:

1. Дайте классификацию средств откачки по принципу удаления молекул газа из вакууммируемого объема.

2. Насосы с периодически изменяющимся рабочим объемом относятся к:

- а) струйным;
- б) сорбционным;
- в) кинетическим;
- г) **механическим.**

3. Основным видом откачки геттерных насосов является

- а) физическая сорбция;

- б) криозахват;
- в) химическая сорбция;**
- г) замуровывание.

4. Основной характеристикой бустерного насоса является

- а) быстрота откачки;**
- б) предельное остаточное давление;
- в) мощность подогрева.

5. Испарительно-геттерные насосы одновременно реализуют режимы откачки:

- а) физическая и химическая сорбция;
- б) физическая, химическая сорбция и замуровывание;**
- в) криозахват и замуровывание;
- г) криозахват и химическая сорбция.

6. Тепловые манометры (вакуумметры) являются манометрами:

- а) косвенного измерения;**
- б) прямого измерения;
- в) существуют оба типа измерителей.

7. Стабильный равномерный рост давления при манометрическом методе течеискания характеризует

- а) натекание (течь);**
- б) газовыделение;
- в) отсутствие течи.

8. В каких методах течеискания применяются специальные жидкости

- а) манометрическом;
- б) галогенном;
- в) катарометрическом;
- г) пузырьковым;
- д) люминесцентном.**

Типовые комплексные задания для контроля освоенных умений и контроля приобретенных владений:

1. Предложите технологическую схему двухступенчатой откачки вакуумной печи с возможностью отдельной форвакуумной откачки камеры и высоковакуумного насоса.

2. Предложите технологическое решение для предотвращения обратного потока паров масла диффузионного паромасляного насоса.

3. Выберите марку универсального вакуумного масла, применимого в форвакуумных и высоковакуумных насосах и обоснуйте свой выбор.

2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня

сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в тесте компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Примеры индивидуальных комплексных заданий

1. Предложите типы механических насосов, обеспечивающих:

- максимальную скорость откачки;
- максимальную глубину вакуума (ПОД).

2. Предложите типы механических насосов, нечувствительных к значительному паро- и газовыделению в процессе откачки.

3. Выберите типы механических насосов для приложений откачки "чистого" (безмасляного вакуума).

4. Сравните возможности бустерного и диффузионного насосов по критериям:

- ПОД;
- быстрота откачки;
- диапазон рабочих давлений;
- режим откачки (вязкостный, переходный, диффузионный).