Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____ А.В. Бурмистров
«_4_» ___09___2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б.1.В.ДВ.7.1 «Вакуум - измерительные приборы»

Направление подготовки	15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Профиль подготовки	Вакуумная и компрессорная техника физических установок
Квалификация (степень) выпускника	БАКАЛАВР
Форма обучения	очная
Институт, факультет	ИХНМ, механический
Кафедра-разработчик рабочей программы	ВТЭУ
Курс, семестр	2к., 4 с.; 3к., 6с.

		Часы	Зачетные единицы		Часы	Зачетные единицы
Курс	2			3		
Семестр	4			6		
Лекции		18	0,5		18	0,5
Лабораторные занятия		27	0,75		36	1
Самостоятельная работа		72	2		54	1,5
Форма аттестации: экзамен(2курс-4семестр); зачет (3курс-6семестр)		27	0,75		-	-
Всего		144	4		108	3

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (утвержден приказом МИНОБРНАУКИ России от 20 октября 2015 года № 1170) по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» для профиля «Вакуумная и компрессорная техника физических установок», на основании учебного плана набора обучающихся 2017, 2018г.г.

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчики программы:

доцент _____ А.В. Гаврилов

доцент _____ А.Х. Садыков

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТЭУ
протокол от 31 августа 2018г. № 1

Зав. кафедрой, профессор _____ В.А. Аляев

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии МФ
от «03» 09 2018г. № 7

Председатель комиссии, доцент _____ А.В. Гаврилов

Начальник УМЦ, доцент _____ Л.А. Китаева

2

1.***Цели освоения дисциплины***

Целями освоения дисциплины «Вакуум-измерительные приборы» являются:

а) формирование знаний о принципах и методах измерения основных характеристик вакуума и потоков газа;

б) обучение способам применения приборов, измеряющих полное и парциальное давление, поток газа, на примере конкретных образцов;

г) обучение способам определения толщины покрытия и скорости напыления материалов в вакууме;

д) раскрытие основных закономерностей влияния внешних факторов на условия напыления;

д) формирование знаний об основных отличительных признаках вакуум-измерительных приборов.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Вакуум-измерительные приборы» относится к дисциплинам по выбору вариативной части ООП.

Для успешного освоения дисциплины ***«Вакуум - измерительные приборы»*** обучающийся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

а) Б1.Б.5 Математика

б) Б1.Б.6 Физика

в) Б1.Б.14 Материаловедение

г) Б1.Б.15 Технология конструкционных материалов

д) Б1.Б.22 Термодинамика

е) Б1.В.ОД.9 Теплообмен

ж) Б1.Б.18 Механика жидкости и газа

Дисциплина ***«Вакуум-измерительные приборы»*** является предшествующей и необходима для успешного освоения последующих дисциплин:

а) Б1.В.ОД.5 Современные методы разработки конструкторской документации вакуумного оборудования

б) Б1.В.ОД.7 Электрические явления в вакууме

в) Б1.В.ОД.11 Струйные и сорбционные вакуумные насосы

г) Б1.В.ОД.13 Расчет и конструирование элементов вакуумного оборудования

д) Б1.В.ОД.15 Вакуумные установки

е) Б1.В.ДВ.9.1 Вакуумные технологии

ж) Б1.В.ОД.12 Роторные вакуумные насосы

з) Б1.В.ДВ.6.1 Поршневые вакуумные насосы

и) Б1.В.ДВ.8.1 Вакуумные насосы динамического действия

Знания, полученные при изучении дисциплины, могут быть использованы при прохождении практик: производственной, преддипломной и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе изучения данной дисциплины студент должен овладеть следующими компетенциями:

1. ПК-1 - способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки;

2. ПК-9 - умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению

3. ПК-13 - **у**мением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

а) понятия: вакуумметр (жидкостной, деформационный, тепловой, ионизационный, магнитный-электроразрядный), ротаметр, бюретка, масс-спектрометр, плазма, скорость осаждения покрытий, толщина пленки;

б) принципы и методы измерения основных характеристик вакуума;

в) метрологию вакуумных измерений;

г) конструкцию и характеристики приборов для измерения давлений и потоков;

д) особенности эксплуатации и возможные неисправности рассматриваемых приборов;

е) методы контроля толщины и скорости осаждения покрытий в вакууме.

2) Уметь:

а) пользоваться наиболее распространенными вакуумметрами, расходомерами, потокомерами, масс-спектрометрами;

б) подбирать необходимые приборы и провести измерения характеристик вакуума в конкретных условиях;

в) проводить оценку точности измерений и проверить рабочие средства измерения.

г) контролировать процесс нанесения покрытий в вакууме.

3) Владеть:

а) приемами и навыками применения приборов, измеряющих полное давление, поток газа, состав остаточного газа, толщину и скорость осаждения покрытий в вакууме;

б) навыками анализа оценки влияния внешних факторов на условия напыления;

в) современными методами оценки точности измерений и проверки рабочих средств измерения.

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины «Вакуум - измерительные приборы» в 4 семестре составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины (темы)	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практ занят	Лаб раб	СРС	
1	Тема 1	4	2	-	-	6	индивидуальное задание №1
2	Тема 2	4	2	-	4	8	Тестирование, индивидуальное задание №1, отчет по лабораторным работам
3	Тема 3	4	2	-	6	8	Тестирование, индивидуальное задание №2, отчет по лабораторным работам
4	Тема 4	4	2	-	-	8	Тестирование, индивидуальное задание №2
5	Тема 5	4	2	-	4	11	Тестирование индивидуальное задание №3, отчет по лабораторным работам
6	Тема 6	4	4	-	6	11	Тестирование, индивидуальное задание №3, отчет по лабораторным работам
7	Тема 7	4	2	-	-	10	Тестирование, индивидуальное задание №4
8	Тема 8	4	2	-	7	10	Тестирование, индивидуальное задание №5, отчет по лабораторным работам

	Итого		**18**	**-**	**27**	**72**	
	Промежуточная аттестация						*Экзамен*

Общая трудоемкость дисциплины «Вакуум - измерительные приборы» в 6 семестре составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины (темы)	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практ заня	Лаб раб	СРС	
1	Тема 9	6	4	-	14	8	Тестирование, индивидуальное задание №6, отчет по лабораторным работам
2	Тема 10	6	2	-	-	6	Тестирование, индивидуальное задание №7
3	Тема 11	6	2	-	6	6	Тестирование, индивидуальное задание №7, отчет по лабораторным работам
4	Тема 12	6	2	-	-	6	Тестирование, индивидуальное задание №7
5	Тема 13	6	2	-	8	6	Тестирование индивидуальное задание №7, отчет по лабораторным работам
6	Тема 14	6	2	-	-	6	Тестирование, индивидуальное задание №8
7	Тема 15	6	2	-	-	8	Тестирование, индивидуальное задание №8, отчет по лабораторным работам
8	Тема 16	6	2	-	8	8	Тестирование, индивидуальное задание №8
	Итого		**18**	**-**	**36**	**54**	
	Промежуточная аттестация						*Зачет*

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины (темы	Часы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
«Вакуум - измерительные приборы» 4 семестр				
1.	**Тема 1.** Введение. Цель и задачи курса.	2	Определение предмета. Понятие вакуума и абсолютного давления. Основные характеристики вакуума: полное и парциальное давления, поток газа, плотность потока. Единицы измерения. Классификация приборов для измерения давления разреженного газа. Современное состояние и перспективы развития вакуум-измерительных приборов.	ПК-1
2.	**Тема 2.** Жидкостные вакуумметры.	2	Принцип действия и работа гидростатических манометров. Требования к рабочим жидкостям. Типы гидростатических вакуумметров. Погрешность измерения. Компрессионные вакуумметры. Варианты конструкций. Метод	ПК-9, ПК-13

			квадратичной шкалы. Метод линейной шкалы. Точность и пределы измерения. Требования к капиллярам при изготовлении образцовых приборов. Достоинства и недостатки жидкостных вакуумметров. Методы отсчета разности уровня жидкости.	
3.	**Тема 3**. Деформационные вакуумметры (ВТИ, ОМ, ВД, ВДГ).	2	Принцип действия и конструкция. Трубчатые, мембранные, сильфонные вакуумметры. Достоинства и недостатки. Мембранно-емкостные вакуумметры. Механотронные вакуумметры. Образцовые приборы. Точность и пределы измерения.	ПК-1, ПК-9, ПК-13
4.	**Тема 4.** Динамические и радиометрические вакуумметры.	2	Принцип действия. Вязкостные вакуумметры. Принцип действия и конструкция. Радиометрические вакуумметры. Конструкция и принцип действия. Диапазоны измерения. Точность.	ПК-1, ПК-9, ПК-13
5.	**Тема 5**. Тепловые вакуумметры.	2	Принцип действия и типы тепловых вакуумметров. Основные уравнения. Методы измерения давления тепловых вакуумметров. Верхний и нижний предел измерения давления. Термопарный вакуумметр. Терморезисторный вакуумметр. Термисторный вакуумметр. Дилатационный вакуумметр. Конвекционный вакуумметр. Струнный вакуумметр. Диапазон измерения и его ограничения. Погрешности приборов. Конструкции приборов. Общие технические характеристики тепловых вакуумметров. Инерционность показаний. Измерения давления разных газов. Влияние температуры. Преимущества и достоинства.	ПК-1, ПК-9, ПК-13
6.	**Тема 6.** Ионизационные вакуумметры.	4	Принцип действия и типы ионизационных вакуумметров. Эффективность ионизации. Потенциал ионизации. Электронный ионизационный вакуумметр. Магнитный электроразрядный вакуумметр. Радиоизотопный вакуумметр. Электронный ионизационный вакуумметр с внешним и внутренним коллектором стержневого типа. Процессы в ионизационных вакуумметрах. Сорбция и десорбция газов. Фоновые токи. Роль физических свойств и конструктивных параметров электродов. Электрический режим и изоляция. Особенности измерения давлений активных и инертных газов.	ПК-1, ПК-9, ПК-13
7.	**Тема 7**. Магнитные электроразрядные и радиоизотопные вакуумметры.	2	Принцип действия и работа. Варианты магнитных вакуумметров. Верхний и нижний предел измерения давления этих вакуумметров. Уравнения измерения давления. Диапазон измерения. Преимущества и недостатки.	ПК-1, ПК-9, ПК-13
8.	**Тема 8.**	2	Принцип действия устройств для измерения	ПК-1, ПК-9,

	Приборы для измерения расхода и потока газа. Метрология низких давлений и поверка вакуумметров.		производительности вакуумных насосов: устройство бюреток, ротаметров и газовых счетчиков. Государственная поверочная схема для средств измерения абсолютного давления $1 \cdot 10^{-8} \div 1 \cdot 10^{3}$Па. Образцовые вакуумметрические установки.	ПК-13
«Вакуум - измерительные приборы» 6 семестр				
9	**Тема 9.** Введение. Масс-спектрометрия.	4	Предмет и задачи курса. Общие представления о масс-спектрометрии. Место и значение масс-спектрометрии в вакуумной технике. Физические основы масс-спектрометрии. Параметры масс-спектрометров. Статические и динамические масс-спектрометры.	ПК-1, ПК-9, ПК-13
10	**Тема 10.** Введение. Общие сведения о методах контроля толщины и скорости осаждения покрытий в вакууме. («мозговой штурм» - 1 час)	2	Место и значение контроля толщины и скорости осаждения пленок в вакуумных технологиях. Основные понятия о датчиках технологического контроля нанесения пленок: функциональный и оперативный контроль. Историческая справка. Современное состояние.	ПК-1, ПК-9, ПК-13
11	**Тема 11.** Методы оперативного контроля толщины пленок, получаемых вакуумным напылением.	2	Классификация методов контроля толщины пленок. Контроль толщины по массе. Весовой метод контроля толщины пленки. Метод кварцевого резонатора. Вибрационный метод. Основные соотношения. Параметры. Конструкции. Достоинства и недостатки.	ПК-1, ПК-9, ПК-13
12	**Тема 12.** Оптические методы контроля толщины.	2	Фотометрический метод контроля толщины пленки. Эллипсометрический метод. Основные соотношения. Параметры. Конструкции. Достоинства и недостатки.	ПК-9, ПК-13
13	**Тема 13.** Контроль толщины по сопротивлению	2	Датчики резистивного контроля толщины пленки. Основные соотношения. Параметры. Конструкции. Достоинства и недостатки.	ПК-9, ПК-13
14	**Тема 14.** Методы оперативного контроля скорости осаждения	2	Датчики, основанные на «эффекте давления молекул». Основные соотношения. Параметры. Конструкции. Достоинства и недостатки.	ПК-9, ПК-13

	покрытий в вакууме. («мозговой штурм» - 1 час)			
15	**Тема 15**. Ионизационный метод измерения плотности пара осаждаемого вещества.	2	Принцип действия и типы ионизационных измерителей скорости осаждения и датчиков, работающих по методу электронно-эмиссионной спектроскопии. Основные соотношения. Параметры. Конструкции. Достоинства и недостатки.	ПК-9, ПК-13
16	**Тема 16. М**етод электронно-эмиссионной спектроскопии.	2	Принцип действия датчиков, работающих по методу электронно-эмиссионной спектроскопии. Основные соотношения. Параметры. Конструкции. Достоинства и недостатки.	ПК-9, ПК-13

Лекционные занятия проводятся с использованием инновационной образовательной технологии – «мозговой штурм», которая позволяет вести диалог с будущими бакалаврами по вопросам их будущей специальности.

6. Содержание практических занятий - не предусмотрены учебным планом.

7. Содержание лабораторных занятий

«Вакуум - измерительные приборы» 4 семестр

№ п/п	Тема	Часы	Наименование лабораторного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 2	4	Лабораторная работа №1 Измерение давления компрессионными манометрами («разбор конкретных ситуаций» - 2 часа)	Изучение принципа действия, конструкции и работы компрессионного манометра. Ознакомление с погрешностями и методами измерения давления компрессионным манометром. Проведение пробных измерений.	ПК-9
2	Тема 3	6	Лабораторная работа №2 Измерение давления деформационными вакуумметрами. («разбор конкретных ситуаций» - 2 часа)	Изучение принципа действия, конструкции и характеристик деформационных приборов. Ознакомление с действующими вакуумметрами типа ВО, ОМ-6, ОМ-7 и ВДГ-1.	ПК-9
3	Тема 5	4	Лабораторная работа №3 Измерение давления тепловыми вакуумметрами. («разбор конкретных ситуаций» - 2 часа)	Изучение принципа действия, конструкции и характеристик термопарных вакуумметров. Ознакомление с действующими вакуумметрами типа ПМТ-2, ПМТ-4М, МТ-8, ПДТ-8, ПДТ-9. Освоение калибровки и процесса измерения давления преобразователями.	ПК-9
4	Тема 6	6	Лабораторная работа №4 Измерение давления ионизационными вакуумметрами.	Изучение принципа действия и типов ионизационных вакуумметров. Электронные ионизационные вакуумметры: конструкция и их работа.	ПК-9

			(«разбор конкретных ситуаций» - 2 часа)	Действующие преобразователи типа ПМИ-2, ПМИ-10-2, ПМИ-51, ПМИ-27 и другие. Изучение влияния электрических режимов на измерения.	
5	Тема 8	7	Лабораторная работа №5 Измерение производительности вакуумных насосов. («разбор конкретных ситуаций» - 2 часа)	Изучение принципа действия устройств для измерения производительности вакуумных насосов. Освоение порядка измерения быстроты действия с помощью бюреток и ротаметров.	ПК-1, ПК-9, ПК-13
	Итого	27			

«Вакуум - измерительные приборы» 6 семестр

№ п/п	Тема	Часы	Наименование лабораторного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 9	6	Лабораторная работа №6 Магнитный статический масс-спектрометр. («разбор конкретных ситуаций» - 2 часа)	Изучение конструкции, компоновки масс-спектрометрической камеры течеискателя ПТИ-10. Изучение назначения и конструкции масс-спектрометрической камеры. Включение и ее испытание, снятие основных характеристик.	ПК-1, ПК-9
2	Тема 9	8	Лабораторная работа №7 Динамический квадрупольный масс-спектрометр Microvision 2. («разбор конкретных ситуаций» - 2 часа)	Изучение конструкции и принципа действия квадрупольного масс-спектрометра Microvision 2 производства компании MKS Instruments. Получение масс-спектра остаточного газа безмасляных вакуумных насосов.	ПК-1, ПК-9
3	Тема 11	6	Лабораторная работа №8 Контроль толщины пленки методом кварцевого резонатора («разбор конкретных ситуаций» - 2 часа)	Изучение конструкции и принципа действия пьезокварцевых датчиков серии «Слой». Получение зависимости толщины пленки от сдвига резонансной частоты колебаний кварцевого кристалла.	ПК-9, ПК-13
4	Тема 13	8	Лабораторная работа №9 Контроль толщины пленки резистивным методом. («разбор конкретных ситуаций» - 2 часа)	Изучение конструкции, принципа действия и методики измерения толщины пленок, наносимых в вакууме, датчиками резистивного контроля толщины покрытий (КС-1, КС-2). Получение зависимости толщины пленки от сопротивления «квадрата» пленки.	ПК-9, ПК-13
5	Тема 15	8	Лабораторная работа №10	Изучение конструкции, принципа действия и методики	ПК-9, ПК-13

			Контроль скорости осаждения. («разбор конкретных ситуаций» - 2 часа)	измерения скорости осаждения покрытий в вакууме ионизационными измерителями скорости и толщины покрытий (ИСТИ-1, ИСТИ-2). Получение зависимости скорости осаждения (плотности потока осаждаемого вещества) от ионного тока. Поправки на остаточный газ.	
	Итого	36			

Цель проведения лабораторных занятий - освоение лекционного материала и материала СРС, касающегося проведения измерений давления, расхода, потока, состава остаточного газа, толщины и скорости осаждения покрытий, наносимых в вакууме, выбора соответствующих приборов и аппаратуры, получение навыков эксплуатации этих средств измерения.

Лабораторные занятия проводятся с использованием инновационной образовательной технологии – «разбор конкретных ситуаций», которая позволяет вести диалог с будущими бакалаврами по вопросам их будущей специальности и их навыков в технике измерения вакуума, расхода и потока, а также контроля параметров наносимых в вакууме покрытий.

Лабораторные занятия проводятся в помещениях учебных лабораторий кафедры с использованием специального оборудования, лабораторных установок. Обработка первичных опытных данных производится на ЭВМ.

8. Самостоятельная работа бакалавра

«Вакуум - измерительные приборы» 4 семестр

№ п/п	Темы дисциплины	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Тема №1	6	проработка лекционного и другого теоретического материала, выполнение индивидуального задания	ПК-1
2	Тема №2	8	проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторной работе №1, оформление и отчета по лабораторной работе, выполнение индивидуального задания, подготовка к тестированию	ПК-9, ПК-13
3	Тема №3	8	проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторной работе №2, оформление отчета по лабораторной работе, выполнение индивидуального задания, подготовка к тестированию	ПК-1, ПК-9, ПК-13
4	Тема №4	8	проработка лекционного и другого теоретического материала, выполнение индивидуального задания, подготовка к тестированию	ПК-1, ПК-9, ПК-13
5	Тема №5	11	проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторной работе №3, оформление отчета по лабораторной работе, выполнение индивидуального задания, подготовка к тестированию	ПК-1, ПК-9, ПК-13
6	Тема №6	11	проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторной работе №4, оформление отчета по лабораторной работе, выполнение индивидуального задания, подготовка к тестированию	ПК-1, ПК-9, ПК-13

7	Тема №7	10	проработка лекционного и другого теоретического материала, выполнение индивидуального задания, подготовка к тестированию	ПК-1, ПК-9, ПК-13
8	Тема №8	10	проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторной работе №5, оформление отчета по лабораторной работе, выполнение индивидуального задания подготовка к тестированию	ПК-1, ПК-9, ПК-13
	Итого	72		

«Вакуум - измерительные приборы» 6 семестр

№ п/п	Темы дисциплины	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Тема №9	8	проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторным работам №№6, 7, оформление отчетов по лабораторным работам, выполнение и сдача индивидуального задания, подготовка к тестированию	ПК-1
2	Тема №10	6	проработка лекционного и другого теоретического материала, выполнение и сдача индивидуального задания, подготовка к тестированию	ПК-1, ПК-9, ПК-13
3	Тема №11	6	проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторной работе №8, оформление отчета по лабораторной работе, выполнение индивидуального задания, подготовка к тестированию	ПК-9, ПК-13
4	Тема №12	6	проработка лекционного и другого теоретического материала, выполнение индивидуального задания, подготовка к тестированию	ПК-9, ПК-13
5	Тема №13	6	проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторной работе №9, оформление отчета по лабораторной работе, выполнение индивидуального задания, подготовка к тестированию	ПК-9, ПК-13
6	Тема №14	6	проработка лекционного и другого теоретического материала, выполнение индивидуального задания. подготовка к тестированию	ПК-9, ПК-13
7	Тема №15	8	проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторной работе №10, оформление отчета по лабораторной работе, выполнение индивидуального задания. подготовка к тестированию	ПК-9, ПК-13
8	Тема №16	8	проработка лекционного и другого теоретического материала, выполнение индивидуального задания, подготовка к тестированию	ПК-9, ПК-13
	Итого	54		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

Значения текущего рейтинга выставляются преподавателем при выполнении всех контрольных точек и заданий (исходя из максимальной оценки 60 баллов).

Система оценки знаний в рамках изучения дисциплины «*Вакуум-измерительные приборы*» *в 4 семестре*

Вид работы	Количество работ	Минимальная сумма баллов	Максимальная сумма баллов
Текущий контроль			
Лабораторные работы	5	15	25
Индивидуальное задание	5	10	15
Тестирование		11	20
Промежуточный контроль			
Экзамен		24	40
Итого		**60**	**100**

Система оценки знаний в рамках изучения дисциплины «*Вакуум-измерительные приборы*» *в 6 семестре*

Вид работы	Количество работ	Минимальная сумма баллов	Максимальная сумма баллов
Текущий контроль			
Лабораторные работы	5	15	35
Индивидуальное задание	3	21	27
Тестирование		24	38
Промежуточный контроль			
Зачет		60	100

10 Информационно-методическое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Вакуум-измерительные приборы» в качестве источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

10.1 Основная литература

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Вакуумная техника. Оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация. Ч.1. Инженерно-физические основы: учебное пособие / М.Х. Хабланян, Г.Л. Саксаганский, А.В. Бурмистров; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2013. – 232 с.	84 экз. в УНИЦ КНИТУ
2.Вакуумная техника. Оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация [Электронный ресурс] : учебное пособие: в 2 ч. Ч.2. Вакуумные насосы / М.Х. Хабланян, Г.Л. Саксаганский, А.В. Бурмистров ; Казан. нац. исслед. технол. ун-т .— Казань : Изд-во КНИТУ, 2016 .— 300 с. : ил.	171 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Розанов Л.Н. Вакуумная техника. М., Высш. шк., 2007. - 392 с.	100 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Покрытия различного назначения для металлических материалов: Учебное пособие / А.А. Ильин, Г.Б. Строганов, С.В. Скворцова - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2013 - 144 с.: ил.	ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/bookread2.php?book=415572 Доступ с любой точки Интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ
2. Техника измерения вакуума. Аляев В.А., Кузьмин В.В. Казань, Изд-во КГТУ, 2009.-374 с.	5 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Сергеев, А. Г. Нанометрология: монография / А. Г. Сергеев. – М.: Логос, 2011. – 416 с.	ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=469008 Доступ с любой точки Интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ
4. Виолина, Галина Николаевна. Физика и технология тонких пленок/ Марасина, Лариса Алексеевна; Семенов, Николай Николаевич.- СПб.: 2001.- 66 с.	ЭБСКнигаФонд http://www.knigafund.ru/books/173961 Доступ с любой точки Интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ
5. 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., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2009. - 590 с., ил.	149 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Вакуум-измерительные приборы» рекомендовано использование электронных источников информации:

- Электронные каталоги: УНИЦ (http://library.kstu.ru/ , http://ruslan.kstu.ru/, http://ft.kstu.ru/),

- Электронно-библиотечная система (ЭБС) «КнигаФонд» (www.knigafund.ru)

Согласовано:

Зав. сектором ОКУФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» Учебно-научный информационный центр

11. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся разработаны согласно Положению о Фонде оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформлены отдельным документом.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

12.1. Лабораторные занятия

При изучении дисциплины **«Вакуум-измерительные приборы»** используются учебные лаборатории кафедры «Вакуумная техника электрофизических установок», а именно специализированная лаборатория **«Вакуум-технологических процессов и вакуумных измерений»,** в которой находятся стенды по лабораторным работам «Измерение давления компрессионными манометрами», «Измерение давления деформационными вакуумметрами», «Измерение давления тепловыми вакуумметрами», «Измерение давления ионизационными вакуумметрами», «Измерение производительности вакуумных насосов».

Гелиевый течеискатель ПТИ-10.

Гелиевый масс-спектрометрический течеискатель ПТИ-10 предназначен для испытаний на герметичность всевозможных систем и объектов, допускающих откачку внутренней полости (вакуумирование), а также заполненных чистым гелием или газовоздушной смесью, содержащей гелий.

Минимальный регистрируемый поток гелия без дросселирования — не более $1 \cdot 10^{-11}$ $м^3 \cdot Па/с$, с дросселированием – $6.6 \cdot 10^{-13} м^3 \cdot Па/с$.

Установка для нанесения покрытий «ВАТТ 700-2М» (исследование толщины и скорости осаждения покрытий в вакууме).

Установка вакуумная напылительная «ВАТТ-700-2М» предназначена для нанесения структурированных и нанокомпозитных покрытий в плазме пониженного давления. Установка однокамерная периодического действия.

Состав установки:

Вакуумная камера с внутрикамерным оборудованием, *Высоковакуумный диффузионный насос* НВДМ-400; *Затвор пневматический* 23ВП-400;*Ловушка* ЛП-400; *Пластинчато-роторный насос* 2НВР-90Д. *Вакуумная арматура* фирмы SMC: XLA-63DG-M9PLA, XLAV-50L-M9//-5L; *Два блока питания магнетронов. Блок смещения. Система управления* на базе контроллера и мнемосхемы; *Система двухканальной подачи рабочего газа*; *Система пневмо-распределения. Система охлаждения. Два магнетрона, вакуумметры.* Пьезокварцевый датчик серии «Слой». Датчик резистивного контроля толщины покрытий КС-1. Ионизационный измеритель скорости и толщины покрытий ИСТИ-2.

Стенд испытаний спирального вакуумного насоса (исследование состава остаточного газа).

Состав стенда:

Насос вакуумный спиральный Anest Iwata ISP-250

Измерительный колпак на ISP-250. Нержавеющая сталь. Диаметр условного прохода 25 мм. Диаметр камеры 100 мм. Объем, 1,3л. Конусный переходник с $Д_у$ 25 на $Д_у$100. Штуцер с рассеивателем для присоединения натекателя напуска газа.

Вакуумметр деформационно-термопарный образцовый ВДТО-3, в диапазоне от $1{,}33 \cdot 10^{-3}$ до $6{,}65 \cdot 10^{3}$ Па относительная погрешность ± 10 %, в диапазоне от $6{,}65 \cdot 10^{3}$ до $1{,}06 \cdot 10^{5}$ Па абсолютная погрешность ± 665 Па

Масс-спектрометр Microvision2: Аналоговое сканирование, диапазон измеряемых масс - 8, 16, или 32 точки а.е.м., сканирование столбчатых диаграмм, регистрация пиков - до 15 пиков/скан, полностью программированное управление, максимальная скорость

регистрации данных: менее 3 мс на одну точку (для аналогового сканирования); время установления сигнала на уровне 1ppm от максимума: менее 20 мс; энергия электронов 20...100 эВ; ток эмиссии 0...2 мА (5мА - дегазация); энергия ионов 0...130 В; фильтр отклонения от полярности 0...±10 В

12.2. Лекционные занятия:

При чтении лекций по дисциплине **«Вакуум-измерительные приборы»** используются комплект электронных презентаций, слайдов, видеофильмов. Аудитория В-325 оснащена презентационной техникой (проектор Оверхед - проектор "MEDIUM Traveller 3" , экран, компьютер/ноутбук).

12.3. Прочее:

Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

13. Образовательные технологии

Занятия, проводимые с использованием интерактивной формы обучения – «разбор конкретных ситуаций», составляют при изучении дисциплины «Вакуум - измерительные приборы» («Часть 1» - 10 часов во время лабораторных занятий, «Часть 2» –10 часов во время лабораторных занятий), а также интерактивной формы «мозговой штурм» - 2 часа во время лекционных занятий дисциплины «Вакуум - измерительные приборы. Часть 2».

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине Б.1.В.ДВ.7.1 «Вакуум - измерительные приборы»
По направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование »
для профиля подготовки «Вакуумная и компрессорная техника физических установок»
для набора обучающихся 2019 года
для очной формы обучения
пересмотрена на заседании кафедры «ВТЭУ»

№п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Разработчик РП Доц. А.В. Гаврилов, Доц. А.Х. Садыков	Заведующий кафедрой Проф. В.А. Аляев	Начальник УМЦ Доц. Л.А. Китаева
1	№7 от 6.06.2019	Есть*	Нет**			

*Пункт Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

https://www.elibrary.ru/

Внесены дополнения в пункт Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Лицензированное свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Вакуум - измерительные приборы»:

- Офисные и деловые программы MS Office 2007 Russian;
- Офисные и деловые программы MS Office 2010-2016 Standard

***Если в списке литературы есть изменения, обновленный список необходимо утвердить у заведующей сектором комплектования УНИЦ и один экземпляр представить в УМЦ/ОМг/ОАиД.*