

04.05.21/2

04.08.21/03

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Институт современных образовательных технологий (ИСОТ)



УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор –
проректор по учебной работе
МГТУ им. Н.Э. Баумана
Б.В. Падалкин
» марта 2021 г.

Дополнительное профессиональное образование

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА

ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

Проектирование вакуумных и гелиевых систем

Регистрационный № 210303

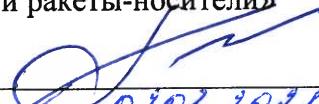
Авторы программы:

д.т.н., профессор Н.А. Лавров
к.т.н., доцент М.Ю. Куприянов
д.т.н., профессор Б.С. Сарбаев

Москва, 2021

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой «Космические аппараты и ракеты-носители»
МГТУ им. Н.Э. Баумана
д.т.н., профессор


_____ (дата)
02.03.2021


В.Н. Зимин

Заведующий кафедрой «Холодильная и криогенная техника,
системы кондиционирования и жизнеобеспечения»
МГТУ им. Н.Э. Баумана
д.т.н., профессор


_____ (дата)
02.03.2021

В.Л. Бондаренко

Начальник УМО ИСОТ
МГТУ им. Н.Э.Баумана


_____ (дата)
02.03.2021

А.Н. Козлова

Оглавление

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
1.1. Цель ДПП.....	4
1.2. Планируемые результаты обучения.....	4
1.3. Дополнительные характеристики ДПП.....	4
1.4. Перечень профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения. Характеристика компетенций, подлежащих совершенствованию, и/или перечень новых компетенций, формирующихся в результате освоения программы	5
1.5. Соответствие видов деятельности и профессиональных компетенций и их составляющих	5
2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН ДПП	6
2.1. Категория слушателей ДПП.....	6
2.2. Общая трудоёмкость программы, аудиторная и самостоятельная работа	6
2.3. Форма обучения.....	6
2.4. Учебный план.....	6
3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК	7
4. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДПП.....	8
4.1. Рабочая программа модуля.....	8
5. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДПП.....	12
5.1. Организационные условия реализации ДПП	12
5.2. Педагогические условия реализации ДПП	12
5.3. Учебно-методическое обеспечение ДПП.....	12
5.4. Методические рекомендации	13
6. ФОРМЫ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ДПП.....	13
7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ	13
7.1. Паспорт комплекта оценочных средств.....	13
7.2. Комплект оценочных средств	14
8. ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ.....	15

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дополнительная профессиональная программа (ДПП) подготовлена на основе:

- Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- требований Приказа Минобрнауки России от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;
- методических рекомендаций-разъяснений Минобрнауки России по разработке дополнительных профессиональных программ на основе профессиональных стандартов Минобрнауки России от 22 апреля 2015 г. № ВК-1030/06.

Реализация ДПП направлена на совершенствование имеющихся и/или получение новых компетенций, необходимых для профессиональной деятельности и повышения профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации.

1.1. Цель ДПП

Целью ДПП является: дать слушателям представление о проектировании вакуумных и гелиевых систем, пневматических узлов и агрегатов, работающих при высоких давлениях; создании азотно-гелиевых и воздушно-гелиевых смесей; применение запорно-регулирующей аппаратуры.

Сформировать у слушателей компетенции в области проектирования вакуумных и гелиевых систем:

- знание особенностей проектирования гелиевых систем;
- знание особенностей проектирования систем для создания вакуума;
- знание особенностей проектирования узлов и агрегатов, работающих в пневматических системах под высоким давлением.

1.2. Планируемые результаты обучения

Планируемые результаты обучения по ДПП:

- успешное освоение профессиональных компетенций в процессе изучения перечисленных в учебном плане тем;
- успешное освоение программы повышения квалификации;
- успешное прохождение итоговой аттестации (зачет) и получение удостоверения о повышении квалификации по ДПП «Проектирование вакуумных и гелиевых систем».

1.3. Дополнительные характеристики ДПП

Перечень профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения, определен в рамках имеющейся квалификации, определен Приказом Минтруда России от 28.09.2020 № 661н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по проектированию вакуумного технологического оборудования для электровакуумного и полупроводникового производства» (Зарегистрировано в Минюсте России 22.10.2020 № 60529), регистрационный № 1357.

Наименование вида профессиональной деятельности: Обеспечение электровакуумного и полупроводникового производства вакуумным технологическим оборудованием (Код 29.016).

Обобщенная трудовая функция: Проектирование сложного вакуумного технологического оборудования электровакуумного и полупроводникового производства.

Трудовая функция: проектирование сложного вакуумного технологического оборудования электровacuумного и полупроводникового производства (С/01.6).

1.4. Перечень профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения. Характеристика компетенций, подлежащих совершенствованию, и/или перечень новых компетенций, формирующихся в результате освоения программы

Реализация ДПП направлена на совершенствование имеющихся и/или получение новых компетенций, необходимых для профессиональной деятельности и повышения профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации.

Профессиональные компетенции базируются на основании Приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015 г. № 198 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения (уровень бакалавриата)» (Регистрационный номер 36768 от 07.04.2015).

Перечень компетенций:

- готовность проводить расчеты, оценку функциональных возможностей и проектировать наиболее распространенные детали и узлы машин, механизмов, приборов (ОПК-3);
- готовность выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам (ПК-3);
- готовность участвовать в проектировании машин и аппаратов с целью обеспечения их эффективной работы, высокой производительности, а также прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин (ПК-8);
- готовностью выполнять проектно-конструкторские и расчетные работы машин и аппаратов и их элементов, холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов (ПК-9).

1.5. Соответствие видов деятельности и профессиональных компетенций и их составляющих

Трудовые функции			
Проектирование сложного вакуумного технологического оборудования электровacuумного и полупроводникового производства (С/01.6)			
Профессиональные компетенции	Практический опыт	Умения	Знания
ПК-3 ПК-8 ПК-9 ОПК-3	Проектирование вакуумной системы сложного вакуумного технологического оборудования. Проектирование газовой системы сложного вакуумного	Анализировать техническое задание на проектирование сложного вакуумного технологического оборудования	Правила эксплуатации вакуумного технологического оборудования. Конструктивные особенности проходного и шлюзового вакуумного технологического

технологического оборудования; проектирование приводов и механизмов вращения и перемещения внутрикамерных элементов, дверей, крышек, колпаков и кожухов сложного вакуумного технологического оборудования	оборудования. Этапы проектирования вакуумного технологического оборудования для вакуумных технологических процессов электровакуумного и полупроводникового производства. Схемы и элементы вакуумных систем. Схемы и элементы газовых систем
---	---

2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН ДПП

2.1. Категория слушателей ДПП

Имеющаяся квалификация (требования к слушателям): лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование; лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование.

ДПП рекомендована специалистам в области разработки проектов промышленных процессов и производств, относящихся к электротехнике, электронной технике, горному делу, химической технологии, машиностроению, а также в области промышленного строительства, системотехники и техники безопасности.

2.2. Общая трудоёмкость программы, аудиторная и самостоятельная работа

Общая трудоёмкость программы 93 ч., в том числе 72 ч. аудиторной работы и 21 ч. самостоятельной работы.

2.3. Форма обучения

Форма обучения – очная, возможно использование дистанционных образовательных технологий.

2.4. Учебный план

ДПП «Проектирование вакуумных и гелиевых систем» реализуется одним модулем.

№ п/п	Наименование темы, раздела	Форма текущего контроля	Всего, час	В том числе		
				Лекций	Практические занятия	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6	7
Раздел 1. Создание гелиевых смесей						
1	Создание азотно-гелиевых смесей	Домашнее задание	14	7	4	3
2	Создание воздушно-гелиевых смесей	Устный опрос	14	7	4	3

1	2	3	4	5	6	7
Раздел 2. Проектирование систем и запорно-регулирующая аппаратура						
3	Особенности проектирования гелиевых систем и запорно-регулирующая аппаратура	Тест	22	12	5	5
4	Особенности проектирования систем для создания вакуума и запорно-регулирующая аппаратура	Домашнее задание	22	12	5	5
5	Особенности проектирования узлов и агрегатов, работающих в пневматических системах под высоким давлением и запорно-регулирующая аппаратура	Устный опрос	21	11	5	5
ИТОГО		зачет	93	49	23	21

3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

№ п/п	Наименование темы	1 день	2 день	3 день	4 день	5 день	6 день	7 день	8 день	9 день	10 день	11 день
1.	Создание азотно-гелиевых смесей											
2.	Создание воздушно-гелиевых смесей											
3.	Особенности проектирования гелиевых систем и запорно-регулирующая аппаратура											
4.	Особенности проектирования систем для создания вакуума и запорно-регулирующая аппаратура											
5.	Особенности проектирования узлов и агрегатов, работающих в пневматических системах под высоким давлением и запорно-регулирующая аппаратура											
ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ												

Минимальный срок освоения ДПП – 11 дней.

4. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДПП

4.1. Рабочая программа модуля

Модуль посвящен изучению вопросов проектирования вакуумных и гелиевых систем. В нём последовательно рассматриваются вопросы проектирования узлов и агрегатов, работающих в пневматических системах под высоким давлением, особенности работы запорно-регулирующей аппаратуры, состав и создание различных гелиевых смесей.

4.1.1. Цель модуля: дать слушателям представление о проектировании вакуумных и гелиевых систем, пневматических узлов и агрегатов, работающих при высоких давлениях; создании азотно-гелиевых и воздушно-гелиевых смесей; применение запорно-регулирующей аппаратуры.

4.1.2. Задачи изучения модуля:

- приобрести навыки проектирования гелиевых систем;
- приобрести навыки проектирования систем для создания вакуума;
- приобрести знание особенностей проектирования узлов и агрегатов, работающих в пневматических системах под высоким давлением.

4.1.3. Планируемые результаты обучения

Процесс изучения раздела направлен на формирование следующих компетенций.

Код компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по модулю	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
ПК-3 ПК-8 ПК-9 ОПК-3	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none">– особенности проектирования сложного вакуумного технологического оборудования;– особенности проектирования гелиевых систем;– особенности проектирования узлов и агрегатов, работающих в пневматических системах под высоким давлением;– особенности проведения испытаний элементов систем, работающих под высоким давлением. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">– производить разработку вакуумных и гелиевых систем и запорно-регулирующей аппаратуры с использованием прикладных программ расчета вакуумных систем. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none">– навыками проектирования сложного вакуумного технологического оборудования и гелиевых систем;– навыками оценки и поиска негерметичности гелиевых систем.	Лекции, семинары, самостоятельная работа с источниками информации и материалами аудиторных занятий

4.1.4. Содержание модуля

Раздел 1. Создание гелиевых смесей

Тема 1. Создание азотно-гелиевых смесей

Лекции (7 ч.). Технологии получения газов, свойства газов и газовых смесей, уравнения состояния. Свойства азота, гелия и смесей на их основе. Особенности.

Семинары (4 ч.). Примеры расчетов смесей реальных газов (азотно-гелиевых смесей).
Формулы, методики.

Самостоятельная работа (3 ч.)

Наименование темы	Дидактические единицы, вынесенные на самостоятельное изучение	Формы самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Форма контроля
Создание азотно-гелиевых смесей	Состав воздуха, получение азота на ВРУ, получение гелия из природного газа	Проработка материалов аудиторных занятий и дополнительных источников информации с целью выполнения домашнего задания	материалы аудиторных занятий, [2-3]	Домашнее задание

Пример домашнего задания:

Составить алгоритм действий и рассчитать смешение в соответствии с вариантом.

Составить схему (с условным обозначением вентилях, трубопроводов и т.д.), продумать какое оборудование/машины/процессы необходимы в реальной схеме для осуществления смешения.

Вся тара для смеси и коммуникации изначально открыты на атмосферу.

Концентрации мольные, если не указано другое. Давление и температура по Н.У., если не указано другое. По умолчанию давления указаны избыточные. Обращайте внимание на размерности.

Дополнительно: посчитать погрешность финальной смеси, посчитать потери газа.

Компоненты для смешения и их параметры:

1. N₂ 99,9% мол., баллон 50 л, 50 атм
2. Хе 99,3% мол., баллон 30 л, 8,5 МПа
3. Не 99,995% мол., баллон 40 л, 35 бар

Смесь и ее параметры:

N₂ 50%, Хе 40%, Не 10% мол., чистотой не хуже 99,1% мол., баллон 20 л, 55 бар.

Тема 2. Создание воздушно-гелиевых смесей

Лекции (7 ч.). Отличие реальных газов от идеальных, фазовые переходы, понятие сорбции, концентрации и примеси. Свойства азота, гелия и смесей на их основе. Особенности.

Семинары (4 ч.). Примеры расчетов смесей реальных газов (воздушно-гелиевых смесей).
Формулы, методики.

Самостоятельная работа (3 ч.)

Наименование темы	Дидактические единицы, вынесенные на самостоятельное изучение	Формы самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Форма контроля
Особенности проектирования систем для создания вакуума и	Свойства реальных газов, коэффициенты сжимаемости, уравнения состояния, коэффициенты бинарного взаимодействия	Проработка материалов аудиторных занятий и дополнительных источников информации с целью	материалы аудиторных занятий, [2-3]	Устный опрос

запорно-регулирующая аппаратура		подготовки к устному опросу		
---------------------------------	--	-----------------------------	--	--

Примеры вопросов к устному опросу:

1. Почему у гелия высокая теплопроводность по сравнению с другими газами?
2. В чем заключается понятие коэффициента сжимаемости?
3. Какие уравнения для описания свойств реальных смесей газов вы знаете, в чем их отличия?
4. В чем отличие манометрического от гравиметрического метода дозирования газа?

Раздел 2. Проектирование систем и запорно-регулирующая аппаратура

Тема 3. Особенности проектирования гелиевых систем и запорно-регулирующая аппаратура

Лекции (12 ч.). Арматура регулирующая и запорная для гелиевых систем, работающих под высоким давлением. Использование и подбор редукторов, мембранных клапанов, сильфонных вентилях, уплотнений торцевых и металл-металл. Разрывные мембраны. Понятие герметичности, оценочные методики, средства. Контроль герметичности.

Семинары (5 ч.). Примеры оценки и расчета герметичности системы. Подходы к практической реализации высокой степени надежности и герметичности гелиевых систем.

Самостоятельная работа (5 ч.)

Наименование темы	Дидактические единицы, вынесенные на самостоятельное изучение	Формы самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Форма контроля
Особенности проектирования гелиевых систем и запорно-регулирующая аппаратура	Подбор оборудования в открытом доступе, арматуры. Методы течеискания, уровни негерметичности и приборы для их оценки.	Проработка материалов аудиторных занятий и дополнительных источников информации с целью подготовки к тестированию	материалы аудиторных занятий, [2-4]	Тест

Примеры вопросов для теста:

1. Какой тип вентилях является наиболее надежным в гелиевых системах:
 - А) сальниковый;
 - Б) мембранный;
 - В) сильфонный.
2. Какая методика течеискания обладает наибольшей чувствительностью:
 - А) пузырьковый метод;
 - Б) гелиевый течеискатель с откачкой исследуемого объема;
 - В) гелиевый течеискатель методом шупа.

Тема 4. Особенности проектирования систем для создания вакуума и запорно-регулирующая аппаратура

Лекции (12 ч.). Теоретические основы вакуумной техники. Принципы действия вакуумных насосов и измерительной аппаратуры. Запорно-регулирующая арматура в вакуумных системах. Основы масс-спектрометрического анализа.

Семинары (5 ч.). Примеры расчетов проводимости систем, основное уравнение вакуумной техники, составляющие скорости изменения давления в вакуумных системах.

Самостоятельная работа (5 ч.)

Наименование темы	Дидактические единицы, вынесенные на самостоятельное изучение	Формы самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Форма контроля
Особенности проектирования систем для создания вакуума и запорно-регулирующая аппаратура	Принципы действия вакуумных насосов и измерительной аппаратуры; запорно-регулирующая арматура в вакуумных системах; основы масс-спектрометрического анализа	Проработка материалов аудиторных занятий и дополнительных источников информации с целью выполнения домашнего задания	материалы аудиторных занятий, методические указания к выполнению лабораторной работы «Основы вакуумной техники», руководство по эксплуатации гелиевого течеискателя ПТИ-11»	Домашнее задание

Пример домашнего задания:

Для задачи изготовления многокомпонентной смеси выполнить следующие расчеты:

Как измерить и проконтролировать состав смеси, какими методами можно разделить исходную смесь на начальные компоненты (без расчета)?

Обеспечить требуемую чистоту смеси по основным компонентам. Если чистота не задана, определить максимально возможную.

Если необходимо вакуумирование, посчитать проводимость системы, выбрать насос.

Тема 3. Особенности проектирования узлов и агрегатов, работающих в пневматических системах под высоким давлением и запорно-регулирующая аппаратура

Лекции (11 ч.). Особенности при проектировании узлов и агрегатов, работающих в пневматических системах под высоким давлением (600-1200 кгс/см²). Разрушение испытуемых образцов.

Баллоны высокого давления. Оборудование для испытаний элементов систем, работающих под высоким давлением.

Семинары (5 ч.). Расчеты на прочность систем при гидроопрессовке.

Самостоятельная работа (5 ч.)

Наименование темы	Дидактические единицы, вынесенные на самостоятельное изучение	Формы самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Форма контроля
Особенности проектирования узлов и агрегатов, работающих в пневматических системах под высоким давлением и запорно-регулирующая аппаратура	Подбор оборудования для создания испытательного стенда Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 г №536 об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением»	Проработка материалов аудиторных занятий и дополнительных источников информации с целью подготовки к устному опросу	материалы аудиторных занятий, [3-4]	Устный опрос

Примеры вопросов к устному опросу:

1. Основные составные части стенда для испытаний элементов систем, работающих под высоким давлением.
2. Меры безопасности при проведении испытаний элементов систем, работающих под высоким давлением.

5. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДПП

5.1. Организационные условия реализации ДПП

Наименование аудитории	Вид занятия	Наименование оборудования, программного обеспечения
Специализированная аудитория	Лекции, семинары	Мультимедийный проектор, ноутбук с установленным ПО, маркерная доска или флипчарт, набор маркеров

5.2. Педагогические условия реализации ДПП

В реализации программы принимают участие высококвалифицированные преподаватели факультета Энергомашиностроения МГТУ им. Н.Э. Баумана, имеющие опыт в создании вакуумной и гелиевой техники.

5.3. Учебно-методическое обеспечение ДПП

1. Справочник по физико-техническим основам криогеники / М.П. Малков [и др.]. М.: ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ, 1985. 432 с.
2. Бондаренко В.Л., Симоненко Ю.М. Криогенные технологии извлечения редких газов. Одесса: ПО «Издательский центр», 2009. 232 с.
3. Васютинский С.Ю. Теоретические основы разделения смесей. Одесса, 2003. 112 с.
4. Криогенные системы. Т. 2. Основы проектирования аппаратов, установок и систем / А.М. Архаров [и др.]. М.: Машиностроение, 1999. 719 с.
5. ГОСТ 8.401-80. Классы точности средств измерений.
6. Справочник по вакуумной технике и технологиям / Д. Хоффман [и др.]. М.: ТЕХНОСФЕРА, 2011. 735 с.
7. Сварка и контроль качества сварных соединений. Технические требования: ГОСТ 33857–2016. Введ. 2018-01-01. М.: Стандартиформ, 2016. 84 с.
8. Соединения паянные. Основные типы и параметры: ГОСТ 19249–1973. Введ. 1975-01-01. М.: Стандартиформ, 2016. 12 с.
9. Соединения трубопроводов по внутреннему конусу. Технические требования: ГОСТ Р 16078–1970. Введ. 1971-01-01. М.: Издательство стандартов, 1987. 14 с.
10. Макаров Г.В. Уплотнительные устройства / Изд. 2-е, переработ. и доп. Л.: Машиностроение, 1973. 232 с.
11. Вакуумная техника. Определение характеристик масс-спектрометрического метода контроля герметичности: ГОСТ Р 53177–2008. Введ. 2009-05-01. М.: Стандартиформ, 2009. 5 с.
12. Изделия машиностроения и приборостроения. Методы испытаний на герметичность. Общие требования ГОСТ 24054–1980. Введ. 1987-01-01. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2005. 8 с.
13. Уплотнения и уплотнительная техника: Справочник / Л.А. Кондаков, А.И. Голубев, В.В. Гордеев [и др.]; 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1994. 448 с.
14. Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 № 536 об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением».

5.4. Методические рекомендации

ДПП построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически завершённый раздел.

Преподавание программы основано на личностно-ориентированной технологии образования, сочетающей два равноправных аспекта этого процесса: обучение и учение. Личностно-ориентированный подход развивается при участии слушателей в активной работе на занятиях, направлен в первую очередь на развитие индивидуальных способностей, создание условий для развития творческой активности слушателя и разработке инновационных идей, а также на развитие самостоятельности мышления, нахождение рационального варианта решения, сравнения и оценки нескольких подходов и т. п. Это способствует формированию приемов умственной деятельности по восприятию новой информации, ее запоминанию и осознанию, созданию образов для сложных понятий и процессов, приобретению навыков поиска решений в условиях неопределенности.

Лекционные и практические занятия проводятся для приобретения навыков реализации знаний в предметной области. Занятия проводятся с использованием активных методов обучения.

Самостоятельная работа слушателей предназначена для проработки материалов аудиторных занятий и источников информации, выполнения домашнего задания и подготовки к устному опросу и тесту.

При изучении ДПП предусмотрены активные формы проведения занятий:

- управляемая дискуссия;
- разбор конкретных ситуаций.

6. ФОРМЫ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ДПП

Итоговая аттестация проводится в форме зачета.

На зачете присутствуют преподаватели, принимающие участие в реализации программы. Результатом зачета служат успешное прохождение тестирования. Время проведения теста – 45 минут.

По результатам итоговой аттестации слушателю выставляется оценка «ЗАЧТЕНО/НЕ ЗАЧТЕНО»:

Оценка «ЗАЧТЕНО» выставляется слушателю, который:

- правильно ответил не менее чем на 75% вопросов теста;
- продемонстрировал необходимые систематизированные знания и достаточную степень владения принципами предметной области программы, понимание их особенностей и взаимосвязь между ними в течение всего срока обучения по ДПП.

Оценка «НЕ ЗАЧТЕНО» выставляется слушателю, который:

- ответил правильно менее чем на 75% вопросов теста;
- имеет крайне слабые теоретические и практические знания, обнаруживает неспособность к построению самостоятельных заключений.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Паспорт комплекта оценочных средств

Предметы оценивания	Объекты оценивания	Показатели оценки
ПК-3 ПК-8 ПК-9 ОПК-3	Знать: – особенности проектирования сложного вакуумного технологического оборудования; – особенности проектирования гелиевых систем;	- умение сравнивать; - умение анализировать;

	<p>– особенности проектирования узлов и агрегатов, работающих в пневматических системах под высоким давлением;</p> <p>– особенности проведения испытаний элементов систем, работающих под высоким давлением.</p> <p>Уметь:</p> <p>– производить разработку вакуумных и гелиевых систем и запорно-регулирующей аппаратуры с использованием прикладных программ расчета вакуумных систем.</p> <p>Владеть:</p> <p>– навыками проектирования сложного вакуумного технологического оборудования и гелиевых систем;</p> <p>– навыками оценки и поиска негерметичности гелиевых систем.</p>	<p>- умение классифицировать;</p> <p>- умение устанавливать причинно-следственные связи;</p> <p>- умение формулировать выводы</p>
--	--	---

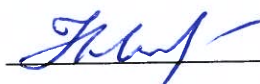
7.2. Комплект оценочных средств

Вопросы для подготовки к тестированию:

1. Состав воздуха.
2. Основные узлы газового хроматографа.
3. Тепловые вакуумметры (терморезистивный, термопарный), схемы + принцип действия
4. Получение Гелия.
5. Магнитосекторный масс-спектрометр. Основные типы детекторов.
6. Реальные свойства газов. Получение газовых смесей.
7. Основное уравнение вакуумной техники, вывод + следствия, уравнение вакуумной откачки, вывод + следствия, потоки газа в вакуумную систему.
8. Основные термины и определения в масс-спектрометрии. Схема измерений.
9. Ионизационный и магниторазрядный вакуумметр, схема + принцип действия.
10. Системы сбора и хранения гелия.
11. Турбомолекулярный насос.
12. Деформационные и жидкостные вакуумметры/манометры, схемы + принцип действия.
13. Роторно-пластинчатый насос, двухроторный насос Рутса
14. Мембранный и спиральный вакуумные насосы
15. Основные механизмы ионизации: электронный удар, фотоионизация. Разрешающая способность масс-спектрометра.
16. Основные понятия: давление, концентрация, температура, вакуум, постоянная Ломмидта, классификация «видов» вакуума, критерий Кнудсена.

Авторы программы:

Профессор кафедры «Холодильная и криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения» МГТУ им. Н.Э. Баумана
д.т.н., профессор



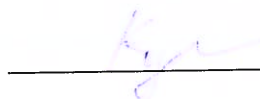
Н.А. Лавров

Профессор кафедры «Космические аппараты и ракеты-носители» МГТУ им. Н.Э. Баумана
д.т.н., профессор



Б.С. Сарбаев

Доцент кафедры «Холодильная и криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения» МГТУ им. Н.Э. Баумана
к.т.н., доцент



М.Ю. Куприянов

8. ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ