

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
 «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по учебной работе

_____ С.Т. Князев
 «__» _____ 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ
ВАКУУМНАЯ ТЕХНИКА

| Перечень сведений о рабочей программе модуля | Учетные данные |
|---|--|
| Модуль Вакуумная техника | Код модуля 1134522 (М.1.22) |
| Образовательная программа Автоматизация технологических процессов и производств | Код ОП 15.03.04/01.01 УП 5368, 5617, 5437 15.03.04/02.01 УП 5363 |
| Траектория образовательной программы (ТОП) | |
| Направление подготовки Автоматизация технологических процессов и производств | Код направления и уровня подготовки 15.03.04 |
| Уровень подготовки высшее образование - бакалавриат | |
| ФГОС высшего образования | Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 200 от 12 марта 2015 г. |

Екатеринбург, 2018

Программа модуля составлена авторами:

| № п/п | ФИО | Ученая степень, ученое звание | Должность | Кафедра | Подпись |
|--------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------|----------------------------|----------------|
| 1 | Тихонов Игорь Николаевич | | Зав. кафедрой | Электронное машиностроение | |
| 2 | Харчук Михаил Германович | к.т.н., доцент | доцент | Электронное машиностроение | |

Руководитель модуля

И.Н. Тихонов

Рекомендовано учебно-методическим советом Института новых материалов и технологий

Председатель учебно-методического совета

М.П. Шалимов

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

Руководители образовательных программ (ОП), для которых реализуется модуль

| № п/п | ФИО руководителя ОП, для которой реализуется модуль | Должность | Подразделение | Подпись |
|--------------|--|------------------|-------------------------------------|----------------|
| 1 | Сусенко Олег Сергеевич | доцент | Кафедра электронного машиностроения | |

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ

Инженерный анализ

1.1. Объем модуля, з.е. – 3

1.2. Аннотация содержания модуля

Модуль «Вакуумная техника» входит в вариативную по выбору студента часть образовательной программы. В ходе освоения модуля у студентов формируются компетенции в области основ физики разреженных газов, технических средств получения, поддержания и измерения вакуума в технологических машинах и установках автоматизированных систем.

2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Очная форма обучения

| Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС). | | Семестр изучения | Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля | | | | | | | |
|---|------------------------|------------------|--|----------------------|---------------------|-------|---|---|---------------------|----------|
| | | | Аудиторные занятия, час. | | | | Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час. | Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час. | Всего по дисциплине | |
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Всего | | | Час. | Зач. ед. |
| 1. | (ВС) Вакуумная техника | 6 | 17 | 17 | 17 | 51 | 53 | зачет (4) | 108 | 3 |
| Всего на освоение модуля | | | 17 | 17 | 17 | 51 | 53 | 4 | 108 | 3 |

Заочная форма обучения

| Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС). | | Семестр изучения | Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля | | | | | | | |
|---|------------------------|------------------|--|----------------------|---------------------|-------|---|---|---------------------|----------|
| | | | Аудиторные занятия, час. | | | | Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час. | Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час. | Всего по дисциплине | |
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Всего | | | Час. | Зач. ед. |
| 2. | (ВС) Вакуумная техника | 8 | 6 | 8 | 4 | 18 | 86 | зачет (4) | 108 | 3 |
| Всего на освоение модуля | | | 6 | 8 | 4 | 18 | 86 | 4 | 108 | 3 |

Заочная форма обучения (ускоренная)

| Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС). | | Семестр изучения | Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля | | | | | | | |
|---|------------------------|------------------|--|----------------------|---------------------|-------|---|---|---------------------|----------|
| | | | Аудиторные занятия, час. | | | | Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час. | Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час. | Всего по дисциплине | |
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Всего | | | Час. | Зач. ед. |
| 3. | (ВС) Вакуумная техника | 6 | 4 | 4 | 4 | 12 | 92 | зачет (4) | 108 | 3 |
| Всего на освоение модуля | | | 4 | 4 | 4 | 12 | 92 | 4 | 108 | 3 |

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

| | | |
|------|---------------------------------------|---|
| 3.1. | Пререквизиты и постреквизиты в модуле | - |
| 3.2. | Корреквизиты | - |

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

| Коды ОП, для которых реализуется модуль | Планируемые в ОХОП результаты обучения - РО, которые формируются при освоении модуля | Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОХОП, формируемые при освоении модуля |
|---|---|---|
| 15.03.04 /01.01 15.03.04 /02.01 | РО-5 Способность эффективно и результативно организовать свой труд в ходе осуществления образовательной деятельности. Способность к самоорганизации и самообразованию | способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-5); |
| | РО-13 Способность выбирать технологическое оборудование, приводы, средства автоматизации, разрабатывать схемы и алгоритмы автоматизированных систем. | способностью участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем (ПК-7); способностью выбирать средства автоматизации при проектировании систем управления технологическими процессами (ДПК-7); способностью применять типовые схемотехнические решения при проектировании аппаратной части систем автоматического управления технологическими процессами (ДПК-8); способностью алгоритмизировать задачи автоматизации и составлять программы для управляющих устройств (ДПК-9); |

4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

| | Дисциплины модуля | ОК-5, ПК-7, ДПК-7, ДПК-8, ДПК-9 |
|---|------------------------|---------------------------------|
| 1 | (ВС) Вакуумная техника | * |

5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю: - не применяется.

5.2. Форма промежуточной аттестации по модулю: - не применяется

5.3. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по модулю (Приложение 1)

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе модуля

5.3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

- не применяется.

6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ

| Номер листа изменений | Номер протокола заседания проектной группы модуля | Дата заседания проектной группы модуля | Всего листов в документе | Подпись руководителя проектной группы модуля |
|------------------------------|--|---|---------------------------------|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ВАКУУМНАЯ ТЕХНИКА

| Перечень сведений о рабочей программе модуля | Учетные данные |
|---|--|
| Модуль Вакуумная техника | Код модуля 1134522 (М.1.22) |
| Образовательная программа Автоматизация технологических процессов и производств | Код ОП 15.03.04/01.01 УП 5368, 5617, 5437 15.03.04/02.01 УП 5363 |
| Траектория образовательной программы (ТОП) | |
| Направление подготовки Автоматизация технологических процессов и производств | Код направления и уровня подготовки 15.03.04 |
| Уровень подготовки высшее образование - бакалавриат | |
| ФГОС высшего образования | Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 200 от 12 марта 2015 г. |

Екатеринбург, 2018

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № п/п | ФИО | Ученая степень, ученое звание | Должность | Кафедра | Подпись |
|--------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------|----------------------------|----------------|
| 1 | Тихонов Игорь Николаевич | к.т.н., доцент | Зав. кафедрой | Электронное машиностроение | |
| 2 | Харчук Михаил Германович | к.т.н., доцент | доцент | Электронное машиностроение | |

Руководитель модуля

И.Н. Тихонов

Рекомендовано учебно-методическим советом Института новых материалов и технологий

Председатель учебно-методического совета

М.П. Шалимов

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ

Вакуумная техника

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Вакуумная техника» входит в вариативную часть образовательной программы в составе модуля «Вакуумная техника». В ходе освоения дисциплины у студентов формируются компетенции в области основ физики разреженных газов, технических средств получения, поддержания и измерения вакуума в технологических машинах и установках электронной техники.

Процесс изучения дисциплины включает лекции, лабораторные и практические занятия, самостоятельную работу студента. Основные формы интерактивного обучения: проектная работа в малых группах. Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – зачет. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в системе БРС и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, зачета.

1.2. Язык реализации программы - русский.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-5);

способностью участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем (ПК-7);

способностью выбирать средства автоматизации при проектировании систем управления технологическими процессами (ДПК-7);

способностью применять типовые схмотехнические решения при проектировании аппаратной части систем автоматического управления технологическими процессами (ДПК-8);

способностью алгоритмизировать задачи автоматизации и составлять программы для управляющих устройств (ДПК-9)

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать и понимать:

- Основы физики разреженных газов и взаимодействия газов с поверхностью; теоретические основы процесса откачки газов и паров.
- Технические средства, применяемые для получения вакуума, измерения полных и парциальных давлений.
- Вакуумные системы и их элементы; методы проектного расчета вакуумных систем.
- Чистые помещения как результат выполнения требований вакуумной гигиены и техноэкологии при производстве изделий электронной техники.

Уметь: применять знания и понимание для

- Выбрать средства для получения и измерения низкого, среднего, высокого и сверхвысокого вакуума.
- Применять на практике методы и правила эксплуатации, пуска и наладки вакуумного оборудования и измерительной аппаратуры.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- специальной терминологией и лексикой вакуумной техники.

- Сведениями о вакууме как особом "конструкционном" материале электронной техники.
- Методами расчета и конструирования вакуумных систем и их элементов.

1.4. Объем дисциплины

Очная форма обучения

| № п/п | Виды учебной работы | Объем дисциплины | | Распределение объема дисциплины по семестрам (час.) |
|----------|---|------------------|---------------------------------|---|
| | | Всего часов | В т.ч. контактная работа (час.) | Семестр 6 |
| 1 | Аудиторные занятия | 51 | 51 | 51 |
| 2 | Лекции | 17 | 17 | 17 |
| 3 | Практические занятия | 17 | 17 | 17 |
| 4 | Лабораторные работы | 17 | 17 | 17 |
| 5 | Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации | 53 | 7,65 | 53 |
| 6 | Промежуточная аттестация | 4 | 0,25 | зачет |
| 7 | Общий объем по учебному плану, час. | 108 | 58,9 | 108 |
| 8 | Общий объем по учебному плану, з.е. | 3 | | 3 |

Заочная форма обучения

| № п/п | Виды учебной работы | Объем дисциплины | | Распределение объема дисциплины по семестрам (час.) |
|----------|---|------------------|---------------------------------|---|
| | | Всего часов | В т.ч. контактная работа (час.) | Семестр 7 |
| 1 | Аудиторные занятия | 18 | 18 | 18 |
| 2 | Лекции | 6 | 6 | 6 |
| 3 | Практические занятия | 8 | 8 | 8 |
| 4 | Лабораторные работы | 4 | 4 | 4 |
| 5 | Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации | 86 | 2,7 | 86 |
| 6 | Промежуточная аттестация | 4 | 0,25 | зачет |
| 7 | Общий объем по учебному плану, час. | 108 | 20,95 | 108 |
| 8 | Общий объем по учебному плану, з.е. | 3 | | 3 |

Заочная ускоренная форма обучения

| № п/п | Виды учебной работы | Объем дисциплины | | Распределение объема дисциплины по семестрам (час.) |
|-------|---|------------------|---------------------------------|---|
| | | Всего часов | В т.ч. контактная работа (час.) | Семестр 4 |
| 1 | Аудиторные занятия | 12 | 12 | 12 |
| 2 | Лекции | 4 | 4 | 4 |
| 3 | Практические занятия | 4 | 4 | 4 |
| 4 | Лабораторные работы | 4 | 4 | 4 |
| 5 | Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации | 92 | 1,8 | 92 |
| 6 | Промежуточная аттестация | 4 | 0,25 | зачет |
| 7 | Общий объем по учебному плану, час. | 108 | 14,05 | 108 |
| 8 | Общий объем по учебному плану, з.е. | 3 | | 3 |

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины | Содержание |
|-------------------|--|--|
| P1 | Введение | Краткий исторический обзор развития вакуумной техники. Области применения вакуума. Задачи курса, его связь с другими специальными дисциплинами. |
| P2 | Физика разреженных газов и теоретические основы откачки газов и паров. | <p>Статическое и динамическое состояние свободного газа. Понятие "вакуум". Давление газа и газовой смеси. Единицы измерения давления. Статическое состояние свободного газа. Взаимные соударения частиц газа в объеме. Критерий и области вакуума. Динамическое состояние свободного газа. Газовая диффузия и термомолекулярное течение. Режимы течения свободного газа. Количество и поток газа. Теплопроводность газа. Ионизация газа в вакууме.</p> <p>Взаимодействие газов с поверхностью твердого тела. Адсорбция и десорбция. Связанные газы. Энергия взаимодействия газов с поверхностью твердых тел внутри вакуумных систем. Числовые характеристики физической адсорбции. Влияние десорбции на рабочий вакуум. Уравнения динамической адсорбции и его следствия. Конденсация и испарение веществ в вакууме.</p> <p>Объемное поглощение и диффузия газов через стенки вакуумных систем (ВС). Растворимость газов в твердых телах. Газосодержание материалов. Суммарное газовыделение и методика его расчета. Проницаемость стенок ВС. Расчет газопроницаемости.</p> <p>Проводимость элементов ВС. Основные вакуумтехнические параметры течения газа. Проводимость отверстий и трубопроводов вакуумных систем в вязкостном, молекулярном и молекулярно-вязкостном режимах течения</p> |

| | | |
|----|---|---|
| | | <p>газа. Методика определения проводимости вакуумных систем сложной конфигурации.</p> <p>Основное уравнение вакуумной техники и его применение. Вывод основного уравнения вакуумной техники для ВС. Расчет общей проводимости вакуумных систем. Коэффициенты использования вакуумных насосов и методика их выбора.</p> <p>Уравнение откачки. Вывод уравнения откачки, его следствия и применение. Расчет времени откачки вакуумируемых объектов при постоянной и переменной скорости действия насоса.</p> |
| Р3 | Техника получения вакуума | <p>Классификация вакуумных насосов и их основные характеристики. Проточные и сорбционные насосы. Основные характеристики: быстрота действия, предельное давление, рабочий диапазон давлений, давление запуска, выпускное давление, производительность. Зависимость характеристик от рода газа.</p> <p>Механические насосы объемного действия. Поршневые, вращательные – пластинчато-роторные, пластинчато-статорные, золотниковые вакуумные насосы. Быстрота откачки и предельное давление масляного вращательного насоса. Газобалластные насосы. Оптимальное использование масляных механических насосов. Двухроторные насосы.</p> <p>Молекулярные и турбомолекулярные насосы. Принцип действия, предельные значения основных характеристик, современные конструкции.</p> <p>Пароструйные насосы. Эжекторные насосы, принцип действия, конструкции, применение. Диффузионные насосы, принцип действия. Рабочие жидкости диффузионных насосов (ртуть, минеральные масла, полиорганосилоксановые жидкости, сложные эфиры). Конструктивные особенности парортутных и паромасляных диффузионных насосов; насосы с фракционированием масла. Предельное давление и быстрота откачки диффузионного насоса. Охлаждаемые ловушки, назначение, конструкции.</p> <p>Геттерные и геттерно-ионные насосы. Принцип действия, конструкции, азотиты, основные характеристики, применение.</p> <p>Магнитные электроразрядные насосы. Принцип действия, конструктивные схемы, особенности эксплуатации, применение.</p> <p>Криогенные насосы. Криoadсорбционные насосы. Физические основы криoadсорбционной откачки, характеристики цеолитов, конструкции насосов, применение. Криоконденсационные насосы. Физические основы криоконденсационной откачки, конструктивные схемы насосов, применение.</p> |
| Р4 | Измерение полных и парциальных давлений | <p>Классификация вакуумметров и их основные характеристики. Приборы абсолютного и косвенного действия. Чувствительность, диапазон измерения давлений, погрешность измерения.</p> <p>Гидростатические, компрессионные и деформационные вакуумметры. Принцип работы, диапазон измерения давлений, особенности конструкций, способы градуировки, применение.</p> |

| | | |
|----|-------------------------------|---|
| | | <p>Тепловые вакуумметры. Принцип действия вакуумметров – сопротивления и термопарных, диапазон измерения давлений, конструкции, применение.</p> <p>Ионизационные вакуумметры. Общий принцип действия и классификация. Термоэлектронные вакуумметры. Принцип действия, диапазон измерения давлений, конструкции, применение. Магнитные электроразрядные вакуумметры. Принцип действия, диапазон измерения давлений, конструкции, применение. Реле вакуума в автоматизированных вакуумных системах, использующих деформационный, тепловой и ионизационный принципы. Радиоизотопные вакуумметры.</p> <p>Масс-спектрометры. Классификация приборов для измерения парциальных давлений газов. Спектр масс и его расшифровка. Статические масс-спектрометры с разделением ионов в магнитном поле. Динамические масс-спектрометры. Омегатронный измеритель парциальных давлений. Квадрупольный и монополярный масс-спектрометры. Измерение и контроль параметров вакуумных насосов: быстроты действия в зависимости от рода газа, предельного остаточного давления, наибольшего выпускного давления, давления запуска.</p> |
| P5 | Течеискание | <p>Герметичность вакуумных систем. Требования к герметичности. Методы течеискания: пузырьковый, люминесцентный, высокочастотного разряда, радиоизотопный, пробного газа. Основные способы реализации методов течеискания.</p> <p>Масс-спектрометрический гелиевый течеискатель. Принцип действия, вакуумная и электрическая схемы, поиск течей и проверка герметичности, образцовые течи.</p> |
| P6 | Вакуумные системы и их расчет | <p>Типовые вакуумные системы (ВС) оборудования электронной техники. Основные требования, предъявляемые к ВС. Правила выполнения схем ВС. Непрогреваемые вакуумные и прогреваемые высоковакуумные системы. Блок-схема алгоритма работы ВС с диффузионным насосом. ВС оборудования для нанесения тонких пленок. ВС карусельных и конвейерных машин. Централизованные форвакуумные системы. Автоматизированные ВС.</p> <p>Элементы ВС. Вакуумные камеры. Откачные гнезда. Вакуумные трубопроводы. Герметичные соединения. Механические вакуумные вводы. Электрические вакуумные вводы. Смотровые системы. Запорно-регулирующая аппаратура, основные требования, предъявляемые к ней; типовые конструкции затворов, клапанов, натекателей, золотников, противоаварийных устройств. Загрузочные устройства. Манипуляторы.</p> <p>Конструкционные материалы вакуумной техники. Основные требования, предъявляемые к ним. Металлы и сплавы. Неметаллические материалы.</p> <p>Методики расчета вакуумных систем. Основные математические модели расчета. Диаграмма изменения газовых потоков при откачке. Исходные данные для проектного расчета вакуумной системы в стационарном режиме. Расчет быстроты откачки и выбор вакуумных насосов с учетом времени откачки</p> |

| | | |
|----|--|---|
| | | <p>начального газа, технологического газовыделения и степени согласованности в работе насосов. Расчет проводимостей и размеров элементов ВС</p> <p>Автоматизированный расчет ВС с использованием ПЭВМ. Блок-схема алгоритма расчета. Программное обеспечение в среде Windows. Обработка информативных данных.</p> |
| P7 | <p>Чистые помещения и техноэкология в производстве изделий</p> | <p>Чистые производственные помещения. Общая характеристика. Материалы и оборудование. Технологический микроклимат и его обеспечение. Подготовка и контроль чистых технологических газовых сред.</p> <p>Техноэкология в производстве изделий электронной техники. Условия труда и проблемы производственной безопасности. Проблемы экологической безопасности. Удаляемые газы и материалы для вытяжных систем. Основные типы вытяжных устройств.</p> |

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Практические занятия

Очная форма обучения

| Код раздела, темы | Номер занятия | Тема занятия | Время на проведение занятия (час.) |
|-------------------|---------------|--|------------------------------------|
| P2 | 1 | Физика разреженных газов и теоретические основы откачки газов и паров. | 4 |
| P3 | 2 | Техника получения вакуума | 2 |
| P4 | 3 | Измерение полных и парциальных давлений | 2 |
| P5 | 4 | Течеискание | 2 |
| P6 | 5 | Вакуумные системы и их расчет | 4 |
| P7 | 6 | Чистые помещения и техноэкология в производстве изделий | 3 |
| Всего: | | | 17 |

Заочная форма обучения

| Код раздела, темы | Номер занятия | Тема занятия | Время на проведение занятия (час.) |
|-------------------|---------------|--|------------------------------------|
| P2 | 1 | Физика разреженных газов и теоретические основы откачки газов и паров. | 2 |
| P3 | 2 | Техника получения вакуума | 2 |
| P4 | 3 | Измерение полных и парциальных давлений | 2 |
| P6 | 4 | Вакуумные системы и их расчет | 2 |
| Всего: | | | 8 |

Заочная ускоренная форма обучения

| Код раздела, темы | Номер занятия | Тема занятия | Время на проведение занятия (час.) |
|-------------------|---------------|--|------------------------------------|
| P2 | 1 | Физика разреженных газов и теоретические основы откачки газов и паров. | 2 |
| P6 | 2 | Вакуумные системы и их расчет | 2 |
| Всего: | | | 4 |

4.2. Лабораторные работы

Очная форма обучения

| Код раздела, темы | Номер занятия | Тема занятия | Время на проведение занятия (час.) |
|-------------------|---------------|--|------------------------------------|
| P3 | 1 | Механические вакуумные насосы с масляным уплотнением | 2 |
| P3 | 2 | Диффузионные паромасляные насосы | 4 |
| P4 | 3 | Термопарные и термоэлектронные вакуумметры | 2 |
| P6 | 4 | Высоковакуумные системы с диффузионным насосом. | 4 |
| P6 | 5 | Автоматизированный расчет типовых вакуумных систем | 5 |
| Всего: | | | 17 |

Заочная и заочная ускоренная форма обучения

| Код раздела, темы | Номер занятия | Тема занятия | Время на проведение занятия (час.) |
|-------------------|---------------|--|------------------------------------|
| P3 | 1 | Диффузионные паромасляные насосы | 2 |
| P4 | 2 | Термопарные и термоэлектронные вакуумметры | 2 |
| Всего: | | | 4 |

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ *не предусмотрено*

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ *не предусмотрено*

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ) *не предусмотрено*

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов *не предусмотрено*

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов) *не предусмотрено*

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ *не предусмотрено*

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ) *не предусмотрено*

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ *не предусмотрено*

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов *не предусмотрено*

4. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

| Код раздела, темы дисциплины | Активные методы обучения | | | | | Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------|-------------|--------------|---------------------|------------------|---|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|--|---|-------------------------|
| | Проектная работа | Кейс-анализ | Деловые игры | Проблемное обучение | Командная работа | Другие (дискуссия, лекция-беседа) | Сетевые учебные курсы | Виртуальные практикумы и | Вебинары и видеоконференции | Асинхронные web-конференции и семинары | Совместная работа и разработка контента | Другие (указать, какие) |
| P1 | * | | | | * | | | | | | | |
| P2 | * | | | * | * | | | | | | | |
| P3 | * | | | * | * | | | | | | | |
| P4 | * | | | * | * | | | | | | | |
| P5 | * | | | * | * | | | | | | | |
| P6 | * | | | * | * | | | | | | | |
| P7 | * | | | * | * | | | | | | | |
| P8 | * | | | * | * | | | | | | | |

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Розанов, Леонид Николаевич. Вакуумная техника : учебник для вузов по специальности "Полупроводниковое и электровакуум. машиностроение" / Л. Н. Розанов .— Москва : Высшая школа, 1982 .— 207
2. Вакуумная техника: справочник [Электронный ресурс] : справ. / К.Е. Демихов [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2009. — 590 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/723>.

9.1.2. Дополнительная литература

1. Сушков, А.Д. Вакуумная электроника. Физико-технические основы [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2004. — 464 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/639>. Дубнищев, Ю.Н. Колебания и волны [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 384 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/683>.
2. Калашников, Н.П. Графические методы решения задач по молекулярно-кинетической теории и термодинамике идеальных газов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.П. Калашников, В.П. Красин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 192 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/672>.

9.2. Методические разработки не используются

9.3. Программное обеспечение

Используется ПО:

- Microsoft: ОС Windows, лицензии MSDNAA;
- свободно распространяемое (Free Software);
- с открытым исходным кодом (Open Source),
- демонстрационные или ознакомительные версии ПО.

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://lib.urfu.ru> – Зональная научная библиотека УрФУ

<http://elibrary.ru> – Научная электронная библиотека Elibrary.ru

<http://standartgost.ru/> – Открытая база ГОСТов

http://www.edu.ru/db/portal/sites/res_page.htm – Федеральные образовательные ресурсы

http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.1 - Единое окно доступа к образовательным ресурсам

<http://window.edu.ru/unilib/>- Библиотеки ВУЗов

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным оборудованием: мультимедийный проектор, интерактивная доска и т.п.

Практические занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным оборудованием и выходом в интернет: жидкокристаллический телевизор с диодной подсветкой, персональными компьютерами профессиональной конфигурации и специализированным программным обеспечением.

Лабораторные работы проводятся в специализированных аудиториях ИЭФ УрОРАН.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 к рабочей программе дисциплины

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – $100 \cdot 3/240 = 1,25 \%$

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

| | | |
|--|---------------------------------|------------------------------|
| 1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,4 | | |
| Текущая аттестация на лекциях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| Посещение лекций | 6, 1-17 | 100 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4 | | |
| Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6 | | |
| 2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,3 | | |
| Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| Выполнение практических работ | 6, 1-17 | 100 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0 | | |
| Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0,0 | | |
| 3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,3 | | |
| Текущая аттестация на лабораторных занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| Выполнение лабораторных работ | 6, 1-17 | 100 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0 | | |
| Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрено | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0,0 | | |

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

| Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина | Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре |
|---|---|
| Семестр 6 | 1 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

к рабочей программе дисциплины

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fero.i-exam.ru>. Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>. Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ. В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

к рабочей программе дисциплины

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И

ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

| Компоненты компетенций | Признаки уровня освоения компонентов компетенций | | |
|----------------------------|--|---|---|
| | пороговый | повышенный | высокий |
| Знания | Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации. | Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях. | Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях. |
| Умения | Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации | Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации | Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий) |
| Личностные качества | Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу | Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность. | Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход. |

8.1.1. Уровень освоения элементов компетенций, соответствующих этапу изучения дисциплины, в условиях применения БРС оценивается с использованием критериев и шкалы оценок, утвержденных УМС института:

| Критерии | Шкала оценок |
|----------|--------------|
|----------|--------------|

| | | |
|---|----------------------|--|
| Рейтинг результата освоения дисциплины $R_{ИД}$ (баллы БРС) | Оценка по дисциплине | Уровень освоения элементов компетенций |
| 100-80 | Зачтено | Высокий |
| 80-60 | | Повышенный |
| 60-40 | | Пороговый |
| менее 40 | Не зачтено | Элементы не освоены |

8.1.2. Промежуточная аттестация по дисциплине представляет собой комплексную оценку, определяемую уровнем выполнения всех запланированных контрольно-оценочных мероприятий (КОМ), каждое из которых имеет свою значимость, учитываемую при определении рейтинга результата освоения дисциплины $R_{ИД}$. Используемый набор КОМ имеет следующую характеристику:

| № п/п | Форма КОМ | Значимость КОМ | Состав КОМ |
|-------|---|----------------|---|
| 1 | Посещение лекций | 0,16 | 8 разделов лекционного материала |
| 3 | Выполнение комплекса практических работ | 0,3 | 6 работ |
| 4 | Выполнение комплекса лабораторных работ | 0,3 | 5 работ |
| 5 | Зачет | 0,32 | 137 теоретических вопросов по разделам дисциплины |
| | Σ | 1 | |

Набор и значимость перечисленных КОМ реализованы в БРС дисциплины (см. Приложение 1). Характеристика состава заданий КОМ приведена в разделе 8.3.

8.1.3. Оценка знаний, умений и навыков, продемонстрированных студентами при выполнении отдельных контрольно-оценочных мероприятий и оценочных заданий, входящих в их состав, осуществляется с применением следующей шкалы оценок и критериев:

| Уровни оценки достижений студента (оценки) | Критерии для определения уровня достижений | Значимость уровня оценки R_j |
|--|---|--------------------------------|
| | Выполненное оценочное задание: | |
| Высокий (В) | соответствует требованиям, замечаний нет | 0,9 |
| Средний (С) | соответствует требованиям, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения | 0,65 |
| Пороговый (П) | не в полной мере соответствует требованиям, есть замечания | 0,40 |
| Недостаточный (Н) | не соответствует требованиям, имеет существенные ошибки, требующие исправления | 0,15 |
| Нет результата (О) | не выполнено или отсутствует | 0 |

Для определения начисляемого балла БРС по оценочному заданию, предусмотренный для него максимальный балл умножается на значимость уровня выставленной оценки (с округлением до целого числа).

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Независимый тестовый контроль не предусмотрен.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных

занятий *не предусмотрено*

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий *не предусмотрено*

8.3.3. Примерные контрольные кейсы *не предусмотрено*

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Краткий исторический обзор развития вакуумной техники.
2. Области применения вакуума.
3. Статическое и динамическое состояние свободного газа.
4. Понятие "вакуум".
5. Давление газа и газовой смеси.
6. Единицы измерения давления.
7. Статическое состояние свободного газа.
8. Взаимные соударения частиц газа в объеме.
9. Критерий и области вакуума.
10. Динамическое состояние свободного газа.
11. Газовая диффузия и термомолекулярное течение.
12. Режимы течения свободного газа.
13. Количество и поток газа.
14. Теплопроводность газа.
15. Ионизация газа в вакууме.
16. Взаимодействие газов с поверхностью твердого тела.
17. Адсорбция и десорбция.
18. Связанные газы.
19. Энергия взаимодействия газов с поверхностью твердых тел внутри вакуумных систем.
20. Числовые характеристики физической адсорбции.
21. Влияние десорбции на рабочий вакуум.
22. Уравнения динамической адсорбции и его следствия.
23. Конденсация и испарение веществ в вакууме.
24. Объемное поглощение и диффузия газов через стенки вакуумных систем (ВС).
25. Растворимость газов в твердых телах.
26. Газосодержание материалов.
27. Суммарное газовыделение и методика его расчета.
28. Проницаемость стенок ВС.
29. Расчет газопроницаемости.
30. Проводимость элементов ВС.
31. Основные вакуумтехнические параметры течения газа.
32. Проводимость отверстий и трубопроводов вакуумных систем в вязкостном, молекулярном и молекулярно-вязкостном режимах течения газа.
33. Методика определения проводимости вакуумных систем сложной конфигурации.
34. Основное уравнение вакуумной техники и его применение.
35. Вывод основного уравнения вакуумной техники для ВС.
36. Расчет общей проводимости вакуумных систем.
37. Коэффициенты использования вакуумных насосов и методика их выбора.
38. Уравнение откачки.
39. Вывод уравнения откачки, его следствия и применение.
40. Расчет времени откачки вакуумируемых объектов при постоянной и переменной скорости действия насоса.
41. Классификация вакуумных насосов и их основные характеристики.
42. Проточные и сорбционные насосы.
43. Основные характеристики: скорость действия, предельное давление, рабочий диапазон давлений, давление запуска, выпускное давление, производительность.
44. Зависимость характеристик от рода газа.
45. Механические насосы объемного действия.

46. Поршневые, вращательные – пластинчато-роторные, пластинчато-статорные, золотниковые вакуумные насосы.
47. Быстрота откачки и предельное давление масляного вращательного насоса.
48. Газобалластные насосы.
49. Оптимальное использование масляных механических насосов.
50. Двухроторные насосы.
51. Молекулярные и турбомолекулярные насосы.
52. Принцип действия, предельные значения основных характеристик, современные конструкции.
53. Пароструйные насосы.
54. Эжекторные насосы, принцип действия, конструкции, применение.
55. Диффузионные насосы, принцип действия.
56. Рабочие жидкости диффузионных насосов (ртуть, минеральные масла, полиорганосилоксановые жидкости, сложные эфиры).
57. Конструктивные особенности парортутных и паромасляных диффузионных насосов; насосы с фракционированием масла.
58. Предельное давление и быстрота откачки диффузионного насоса.
59. Охлаждаемые ловушки, назначение, конструкции.
60. Геттерные и геттерно-ионные насосы.
61. Принцип действия, конструкции, азотиты, основные характеристики, применение.
62. Магнитные электроразрядные насосы.
63. Принцип действия, конструктивные схемы, особенности эксплуатации, применение.
64. Криогенные насосы.
65. Криоадсорбционные насосы.
66. Физические основы криоадсорбционной откачки, характеристики цеолитов, конструкции насосов, применение.
67. Криоконденсационные насосы.
68. Физические основы криоконденсационной откачки, конструктивные схемы насосов, применение.
69. Классификация вакуумметров и их основные характеристики.
70. Приборы абсолютного и косвенного действия.
71. Чувствительность, диапазон измерения давлений, погрешность измерения.
72. Гидростатические, компрессионные и деформационные вакуумметры.
73. Принцип работы, диапазон измерения давлений, особенности конструкций, способы градуировки, применение.
74. Тепловые вакуумметры.
75. Принцип действия вакуумметров – сопротивления и терморных, диапазон измерения давлений, конструкции, применение.
76. Ионизационные вакуумметры.
77. Общий принцип действия и классификация.
78. Термоэлектронные вакуумметры.
79. Принцип действия, диапазон измерения давлений, конструкции, применение.
80. Магнитные электроразрядные вакуумметры.
81. Принцип действия, диапазон измерения давлений, конструкции, применение.
82. Реле вакуума в автоматизированных вакуумных системах, использующих деформационный, тепловой и ионизационный принципы.
83. Радиоизотопные вакуумметры.
84. Масс-спектрометры.
85. Классификация приборов для измерения парциальных давлений газов.
86. Спектр масс и его расшифровка.
87. Статические масс-спектрометры с разделением ионов в магнитном поле.
88. Динамические масс-спектрометры.

89. Омегатронный измеритель парциальных давлений.
90. Квадрупольный и монополярный масс-спектрометры.
91. Измерение и контроль параметров вакуумных насосов: быстроты действия в зависимости от рода газа, предельного остаточного давления, наибольшего выпускного давления, давления запуска.
92. Герметичность вакуумных систем.
93. Требования к герметичности.
94. Методы течеискания: пузырьковый, люминесцентный, высокочастотного разряда, радиоизотопный, пробного газа.
95. Основные способы реализации методов течеискания.
96. Масс-спектрометрический гелиевый течеискатель.
97. Принцип действия, вакуумная и электрическая схемы, поиск течей и проверка герметичности, образцовые течи.
98. Типовые вакуумные системы (ВС) оборудования электронной техники.
99. Основные требования, предъявляемые к ВС.
100. Правила выполнения схем ВС.
101. Непрогреваемые вакуумные и прогреваемые высоковакуумные системы.
102. Блок-схема алгоритма работы ВС с диффузионным насосом.
103. ВС оборудования для нанесения тонких пленок.
104. ВС карусельных и конвейерных машин.
105. Централизованные форвакуумные системы.
106. Автоматизированные ВС.
107. Элементы ВС.
108. Вакуумные камеры.
109. Откачные гнезда.
110. Вакуумные трубопроводы.
111. Герметичные соединения.
112. Механические вакуумные вводы.
113. Электрические вакуумные вводы.
114. Смотровые системы.
115. Запорно-регулирующая аппаратура, основные требования, предъявляемые к ней; типовые конструкции затворов, клапанов, натекателей, золотников, противоаварийных устройств.
116. Загрузочные устройства.
117. Манипуляторы.
118. Конструкционные материалы вакуумной техники.
119. Основные требования, предъявляемые к ним.
120. Металлы и сплавы.
121. Неметаллические материалы.
122. Методики расчета вакуумных систем.
123. Основные математические модели расчета.
124. Диаграмма изменения газовых потоков при откачке.
125. Исходные данные для проектного расчета вакуумной системы в стационарном режиме.
126. Расчет быстроты откачки и выбор вакуумных насосов с учетом времени откачки начального газа, технологического газовыделения и степени согласованности в работе насосов.
127. Расчет проводимостей и размеров элементов ВС
128. Чистые производственные помещения.
129. Общая характеристика.
130. Материалы и оборудование.
131. Технологический микроклимат и его обеспечение.
132. Подготовка и контроль чистых технологических газовых сред.

133. Техноэкология в производстве изделий электронной техники.
134. Условия труда и проблемы производственной безопасности.
135. Проблемы экологической безопасности.
136. Удаляемые газы и материалы для вытяжных систем.
137. Основные типы вытяжных устройств.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена не предусмотрено

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации не используются

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля не используются

8.3.8. Интернет-тренажеры не используются

8.3.9. Перечень примерных заданий в составе контрольной работы не предусмотрено

8.3.10. Контрольные задания для формирования отчета по практическим занятиям

1. Сформулировать задачу, подготовить исходные данные.
2. Построить формальное описание.
3. Подготовить алгоритм решения поставленной задачи.
4. Выполнить необходимые расчеты для своего варианта исходных данных
5. Выполнить необходимые схемы и эскизы
6. Провести анализ полученных результатов и сделать выводы.
7. Оформить результаты

8.3.11. Перечень примерных заданий в составе домашней работы не предусмотрено

8.3.13. Контрольные задания для формирования отчета по лабораторным занятиям

1. Проверить соответствие вакуумного оборудования поставленной задаче
2. Записать характеристики оборудования.
3. Выполнить лабораторное задание
4. Рассчитать необходимые параметры
5. Провести анализ полученных результатов и сделать выводы.