

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование образовательной программы: Вычислительно-измерительные системы

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДА ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

| | |
|---|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.07.06.01 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 8 семестр - 3; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 108 часов |
| Лекции | 8 семестр - 12 часов; |
| Практические занятия | 8 семестр - 12 часов; |
| Лабораторные работы | 8 семестр - 12 часов; |
| Консультации | 8 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 8 семестр - 69,5 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: Перекрестный опрос Лабораторная работа Контрольная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 8 семестр - 0,5 часа; |

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

| | | |
|---|--|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Глушнев В.Д. |
| | Идентификатор | R12c6ffb5-GlushnevVD-6e9a8b47 |

В.Д. Глушнев


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

| | | |
|---|--|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Хвостов А.А. |
| | Идентификатор | Rd7c1e2e7-KhvostovAA-a55ec66d |

А.А. Хвостов

Заведующий выпускающей
кафедрой

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Самокрутов А.А. |
| | Идентификатор | R145b9cc2-SamokrutovAA-7b5e7df |

А.А.
Самокрутов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основных методов измерения расхода жидкости и газа, принципов действия и метрологических моделей наиболее распространенных расходомеров.

Задачи дисциплины

- •изучение физических явлений и законов, лежащих в основе принципов действия расходомеров.;
- •построение метрологических моделей расходомеров жидкости и газа;
- •овладение методикой анализа метрологических и эксплуатационных характеристик современных средств измерения расхода;
- овладение основами метрологического обеспечения расходомеров и счетчиков количества: эталоны, методы и методики испытаний и поверки.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--|---|--|
| ПК-1 Способен обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности | ИД-1 _{ПК-1} Демонстрирует знание методов анализа и синтеза линейных и нелинейных электрических, электронных, цифровых систем | знать: - •принципы построения структурных, функциональных и принципиальных схем аналоговых измерительных устройств для реализации измерительных процедур в средствах измерения расхода; - •основы схемотехники аналоговых измерительных устройств в современных расходомерах жидкости и газа. уметь: - •проводить анализ и синтез линейных и нелинейных электрических и электронных схем в средствах измерения расхода; - определять алгоритмы обработки измерительной информации от первичных преобразователей расхода, обеспечивающие повышенную надежность и точность измерения расхода. |
| РПК-3 Способен анализировать состояние средств измерений в организации, внедрение в процессы производства необходимых средств измерений и стандартных образцов и методик измерений | ИД-2 _{РПК-3} Проводит калибровочные процедуры измерительных систем | знать: - •особенности применяемых технических решений и их влияние на метрологические характеристики расходомеров; - основные методы поверки расходомеров и счетчиков жидкости, эталоны используемые при поверке. уметь: - •оценивать достоинства и недостатки различных типов расходомеров и |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--------------------------------|--|--|
| | | применяемых в них технических решений; - анализировать результаты экспериментальной проверки метрологических характеристик расходомеров и определять их пригодность к эксплуатации. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Вычислительно-измерительные системы (далее – ОПОП), направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Основы механики жидкостей (в объеме общего курса физики) и теоретические основы электротехники
- знать Теоретические основы информационно-измерительной техники, метрологии, стандартизации и сертификации
- знать Основы электроники, схемотехники, основы микропроцессорных систем и цифровой обработки сигналов.
- уметь Анализировать и рассчитывать погрешности измерительных преобразователей
- уметь производить синтез аналоговых и цифровых схем, реализующих основные алгоритм обработки сигналов

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания | |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|--|---|
| | | | | Контактная работа | | | | | | СР | | | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| 1 | Основные понятия и определения в расходомерии | 12 | 8 | 2 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | 6 | - | <p>Подготовка расчетных заданий: При турбулентном течении жидкости в трубопроводе диаметром 100 мм максимальная скорость в центре трубопровода равняется 2м/с. Используя степенной закон для поля скоростей в трубопроводе, при коэффициенте гидравлического сопротивления (лямбда) трубопровода, равного 0,025, рассчитать расход жидкости и выразить его в (м3/с) и в (м3/ч).</p> <p>Подготовка расчетных заданий: 1. При ламинарном течении жидкости в трубопроводе диаметром 20 мм максимальная скорость в центре трубопровода равняется 2м/с. Рассчитать расход и выразить его в (м3/с) и в (м3/ч).</p> <p>Изучение материалов литературных источников: [3], стр. 7-43</p> | |
| 1.1 | Основные понятия: расход и количество жидкости (газа), массовый и объемный расходы, расходомеры, счетчики количества и преобразователи расхода | 6 | | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | 3 | | - |
| 1.2 | Метрологические и эксплуатационные характеристик расходомеров | 6 | | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | 3 | | - |
| 2 | Гидродинамические методы измерения расхода | 12 | | 2 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | 6 | | - |
| 2.1 | Анализ гидродинамических методов измерения расхода | 12 | | 2 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | 6 | | - |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | | | | | | | | | | | | | диаметр проточной части турбинного счетчика 45 мм, диаметр обтекателя и ступицы турбинки 25 мм; расход 20 м ³ /час; средний радиус турбинки (радиус лопасти в точке средней скорости потока) 23 мм и угол скольжения лопасти в этой точке φ=60 град. Определить скорость вращения турбинки (обороты/сек). <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 10 - 14, стр. 230 -242 |
| 3 | Электромагнитный метод измерения расхода | 12 | 2 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | 6 | - | <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Рассчитать погрешность электромагнитного расходомера за счет паразитного шунтирования электродов отложениями на внутренней футеровки проточной части ЭМР для следующих исходных данных: номинальное сопротивление электрического канала расходомера R ₀ =25 кОм; паразитное сопротивление шунтирования равно 1 МОм (номинальное сопротивление между электродами (при отсутствии жидкости) - 100 МОм. |
| 3.1 | Физические основы электромагнитного метода измерения расхода | 6 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | 3 | - | Определить напряжение на электродах идеального ЭМР (трубопровод прямоугольно-го сечения и постоянная по сечению величина магнитной индукции) при расходе 0,1м ³ /с, сечении трубопровода 100х100мм, и величине магнитной индукции 1Тл. |
| 3.2 | Анализ конструкции ЭМ расходомеров; источники погрешности измерения и способы их устранения. | 6 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | 3 | - | <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Определить напряжение на электродах идеального ЭМР (трубопровод прямоугольно-го сечения и постоянная по сечению величина магнитной индукции) при расходе 0,1м ³ /с, сечении трубопровода 100х100мм, и величине магнитной индукции 1Тл. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 408 - 411 |
| 4 | Метрологическое обеспечение измерения расхода в трубах большого диаметра | 12 | 2 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | 6 | - | <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Подготовка к практическому занятию 1 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 7 - 9 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------|-------------|-------------|---|
| 4.1 | Метрологическое обеспечение расходомеров и счетчиков количества. Проблемы измерения расхода жидкости в трубопроводах большого диаметра | 12 | 2 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | 6 | - | |
| 5 | Ультразвуковой метод измерения расхода | 24 | 4 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | 12 | - | <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Подготовка к практическому занятию №3 <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Подготовка к практическому занятию №2 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 441 - 447 |
| 5.1 | Разновидности ультразвуковых методов измерения расхода. Время-импульсные ультразвуковые расходомеры. | 12 | 2 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | 6 | - | |
| 5.2 | Пьезоэлектрические преобразователи УЗР и методы высокоточного измерения времени распространения ультразвуковых сигналов | 12 | 2 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | 6 | - | |
| | Экзамен | 36.0 | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Всего за семестр | 108.0 | 12 | 12 | 12 | - | 2 | - | - | 0.5 | 36 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 108.0 | 12 | 12 | 12 | 2 | - | - | - | 0.5 | 69.5 | | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Основные понятия и определения в расходомерии

1.1. Основные понятия: расход и количество жидкости (газа), массовый и объемный расходы, расходомеры, счетчики количества и преобразователи расхода

Основные законы движения жидкости и газа в трубопроводах, неравномерное поле скоростей в сечении трубопровода, расход как поток вектора скорости. Мгновенный и средний расходы..

1.2. Метрологические и эксплуатационные характеристик расходомеров

Функция преобразования, калибровочная функция, функция влияния и погрешности измерения. Диапазон измерения по расходу, потери давления и характеристики надежности. Особенности метрологических характеристик для расходомеров газа.

2. Гидродинамические методы измерения расхода

2.1. Анализ гидродинамических методов измерения расхода

Теорема Бернулли, Принцип действия расходомеров переменного перепада давления, переменного уровня и обтекания. Функции преобразования, анализ погрешностей. Турбулентные вихри, частота Струхала, вихревые расходомеры. Турбинные преобразователи и тахометрические расходомеры. Кориолисовы вибрационные расходомеры – как наиболее точные массовые расходомеры. Принципы действия, функции преобразования, анализ погрешностей.

3. Электромагнитный метод измерения расхода

3.1. Физические основы электромагнитного метода измерения расхода

Сила Лоренца и принцип действия электромагнитных расходомеров. Уравнения электродинамики для описания процесса преобразования расхода в разность потенциалов. Функция преобразования для ЭМ расходомеров с прямоугольным каналом и широкими электродами. Эквивалентная электрическая схема измерительного канала. Понятие весовой функции. Оптимальные магнитные системы..

3.2. Анализ конструкции ЭМ расходомеров; источники погрешности измерения и способы их устранения.

Измерительные цепи вторичного преобразователя ЭМ расходомера, эквивалентные схемы первичного преобразователя и входных цепей вторичного измерительного преобразователя (ВП). Анализ электрических помех, действующих на входные цепи ВП. Анализ погрешностей ЭМ расходомеров. Влияние профиля скоростей на погрешность измерения..

4. Метрологическое обеспечение измерения расхода в трубах большого диаметра

4.1. Метрологическое обеспечение расходомеров и счетчиков количества. Проблемы измерения расхода жидкости в трубопроводах большого диаметра

Эталоны расхода и объема жидкости в потоке. Профили скоростей для ламинарного и турбулентного течений жидкости. Влияние на профиль скоростей местных гидравлических сопротивлений. Метод площадь-скорость. ГОСТ 8.439-81. Современные измерители скорости и расходомеры, реализующие метод площадь-скорость..

5. Ультразвуковой метод измерения расхода

5.1. Разновидности ультразвуковых методов измерения расхода. Время-импульсные ультразвуковые расходомеры.

УЗР - как измерительные преобразователи параметрического типа. Основные понятия из акустики, волновое уравнение, волновое распространение звука, принцип действия, функция преобразования и функция влияния для время-импульсных УЗР..

5.2. Пьезоэлектрические преобразователи УЗР и методы высокоточного измерения времени распространения ультразвуковых сигналов

Конструкция пьезоэлектрических преобразователей УЗР. Схемные решения приемно-излучающего тракта УЗР.. Проблемы высокоточного измерения разности времен распространения. Современные схемные решения измерителей интервалов времени с высокой разрешающей способностью..

3.3. Темы практических занятий

1. Исследование метрологического обеспечения измерений расхода жидкости и газа (4 часа).

3.4. Темы лабораторных работ

1. №1. Экспериментальное определение метрологических характеристик счетчиков воды на поверочной установке (4 часа);
2. № 2 Конструкция и принцип действия первичных ультразвуковых преобразователей, исследование характеристик пьезоэлектрических преобразователей;
3. № 3 Исследование работы ультразвуковых расходомеров время-импульсного типа. (4 часа).

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПП)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Основные понятия и определения в расходометрии"

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные понятия и определения в расходометрии"

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Основные понятия и определения в расходометрии"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основные понятия и определения в расходометрии"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|---|---------------------|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Знать: | | | | | | | |
| •основы схемотехники аналоговых измерительных устройств в современных расходомерах жидкости и газа | ИД-1ПК-1 | + | | | | | Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1 Перекрестный опрос/Тест №1 |
| •принципы построения структурных, функциональных и принципиальных схем аналоговых измерительных устройств для реализации измерительных процедур в средствах измерения расхода | ИД-1ПК-1 | | + | + | | | Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №2 Контрольная работа/Подготовка к контрольной работе № 1 |
| основные методы поверки расходомеров и счетчиков жидкости, эталоны используемые при поверке | ИД-2РПК-3 | | | + | + | | Контрольная работа/Контрольная работа №2 |
| •особенности применяемых технических решений и их влияние на метрологические характеристики расходомеров | ИД-2РПК-3 | | | | | + | Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №3 |
| Уметь: | | | | | | | |
| определять алгоритмы обработки измерительной информации от первичных преобразователей расхода, обеспечивающие повышенную надежность и точность измерения расхода | ИД-1ПК-1 | | + | + | | | Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №2 Контрольная работа/Подготовка к контрольной работе № 1 |
| •проводить анализ и синтез линейных и нелинейных электрических и электронных схем в средствах измерения расхода | ИД-1ПК-1 | + | | | | | Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1 Перекрестный опрос/Тест №1 |
| анализировать результаты экспериментальной проверки метрологических характеристик расходомеров и определять их пригодность к эксплуатации | ИД-2РПК-3 | | | + | + | | Контрольная работа/Контрольная работа №2 |
| •оценивать достоинства и недостатки различных типов расходомеров | ИД-2РПК-3 | | | | | + | Лабораторная работа/Защита |

| | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|------------------------|
| и применяемых в них технических решений | | | | | | | лабораторной работы №3 |
|---|--|--|--|--|--|--|------------------------|

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

8 семестр

Форма реализации: Защита задания

1. Защита лабораторной работы №1 (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы №2 (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы №3 (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №2 (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Подготовка к контрольной работе № 1 (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Тест №1 (Перекрестный опрос)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №8)

Оценка определяется на основании семестровой и экзаменационной составляющих. Вес средней семестровой оценки 40%. Вес экзаменационной составляющей 60%

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Кремлевский, П. П. Расходомеры и счетчики количества / П. П. Кремлевский. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л. : Машиностроение, 1975. – 776 с.;
2. Кремлевский, П. П. Расходомеры и счетчики количества веществ: Кн.1. Расходомеры переменного перепада давления, расходомеры переменного уровня, тахометрические расходомеры и счетчики : Справочник / П. П. Кремлевский ; Общ. ред. Е. А. Шорников. – 5-е изд., перераб. и доп. – СПб. : Политехника, 2002. – 409 с. – ISBN 5-7325-0410-9.;
3. В. И. Волхонов, Е. И. Шклярова- "Метрология, стандартизация и сертификация", Издательство: "Альтаир|МГАВТ", Москва, 2011 - (246 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430004>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);

5. Scilab.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" -

http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red

2. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>

3. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|---|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | С-201, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | Е-501, Лаборатория осветительных приборов и прототипирования каф. "Светотехники" | стол преподавателя, стол, стул, доска маркерная |
| | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий | Е-519, Лаборатория спектральных и колориметрических измерений каф. "Светотехники" | стол преподавателя, стул, компьютер персональный |
| | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Е-501, Лаборатория осветительных приборов и прототипирования каф. "Светотехники" | стол преподавателя, стол, стул, доска маркерная |
| Помещения для самостоятельной работы | НТБ-303, Лекционная аудитория | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| Помещения для консультирования | Е-402, Кабинет сотрудников "ВМСС" | |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | Е-403, Склад | стол для работы с документами, шкаф, шкаф для документов, книги, учебники, пособия, дипломные и курсовые работы студентов |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Измерение расхода жидкостей и газов

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест №1 (Перекрестный опрос)
- КМ-2 Защита лабораторной работы №1 (Лабораторная работа)
- КМ-3 Подготовка к контрольной работе № 1 (Контрольная работа)
- КМ-4 Защита лабораторной работы №2 (Лабораторная работа)
- КМ-5 Контрольная работа №2 (Контрольная работа)
- КМ-6 Защита лабораторной работы №3 (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 4 | 8 | 8 | 12 | 12 |
| 1 | Основные понятия и определения в расходомерии | | | | | | | |
| 1.1 | Основные понятия: расход и количество жидкости (газа), массовый и объемный расходы, расходомеры, счетчики количества и преобразователи расхода | | + | + | | | | |
| 1.2 | Метрологические и эксплуатационные характеристик расходомеров | | + | + | | | | |
| 2 | Гидродинамические методы измерения расхода | | | | | | | |
| 2.1 | Анализ гидродинамических методов измерения расхода | | | | + | + | | |
| 3 | Электромагнитный метод измерения расхода | | | | | | | |
| 3.1 | Физические основы электромагнитного метода измерения расхода | | | | + | + | | |
| 3.2 | Анализ конструкции ЭМ расходомеров; источники погрешности измерения и способы их устранения. | | | | | | + | |
| 4 | Метрологическое обеспечение измерения расхода в трубах большого диаметра | | | | | | | |
| 4.1 | Метрологическое обеспечение расходомеров и счетчиков количества. Проблемы измерения расхода жидкости в трубопроводах большого диаметра | | | | | | + | |
| 5 | Ультразвуковой метод измерения расхода | | | | | | | |
| 5.1 | Разновидности ультразвуковых методов измерения расхода. Время-импульсные | | | | | | | + |

| | | | | | | | |
|------------|---|----|----|----|----|----|----|
| | ультразвуковые расходомеры. | | | | | | |
| 5.2 | Пьезоэлектрические преобразователи УЗР и методы высокоточного измерения времени распространения ультразвуковых сигналов | | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | 10 | 20 | 15 | 20 | 15 | 20 |