

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет»
Институт управления, автоматизации и информационных технологий
Факультет управления и автоматизации
Кафедра автоматизированных систем сбора и обработки информации

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю)

«Системы управления химико-технологическими процессами»

(наименование дисциплины (модуля))

33.05.01 «Фармация»

(код и наименование специальности)

Промышленная фармация

(наименование специализации)

провизор

квалификация

Казань 2022

Составитель ФОС:
Старший преподаватель
(должность)


(подпись)

Чигвинцева И.Р.
(Ф.И.О.)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры АССОИ,
протокол от 18.04.2022г. № 14

Зав. кафедрой АССОИ


(подпись)

Гайнуллин Р.Н.
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры ХТОСА, реализующей подготовку основной образовательной программы от 11.05.2022г. №13

Зав. кафедрой, профессор


(подпись)

Гильманов Р.З.
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Начальник УМЦ, доцент


(подпись)

Китаева Л.А.
(Ф.И.О.)

Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования в процессе освоения дисциплины

Компетенция:

ОПК-1 Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов

Индикаторы достижения компетенции:

ОПК-1.4 Знает математические методы, физические законы, основные понятие математической статистики, теории управления технологическими процессами и численные методы при анализе и решении задач профессиональной деятельности;

ОПК-1.5 Умеет применять математические и статистические методы, физические законы, методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров, численные методы решения задач, осуществлять математическую обработку данных, обрабатывать, интерпретировать и оформлять в установленном порядке полученные результаты испытаний и экспериментальной работы;

ОПК-1.6 Владеет навыками использования математического аппарата, физических измерений и экспериментов, статистической обработки информации, управления и регулирования технологических процессов, вычислительной математики и их применения при оценке результатов испытаний и экспериментальной работы.

Индикаторы достижения компетенции	Этапы формирования в процессе освоения дисциплины				Наименование оценочного средства
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовой проект (работа)	
ОПК-1.4	Тема 1-4	Не предусмотрены	Тема 1-4	Не предусмотрены	Защита лабораторных работ, тестирование, экзамен
ОПК-1.5	Тема 1-4	Не предусмотрены	Тема 1-4	Не предусмотрены	Защита лабораторных работ, тестирование, экзамен
ОПК-1.6	Тема 1-4	Не предусмотрены	Тема 1-4	Не предусмотрены	Защита лабораторных работ, тестирование, экзамен

Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов (базовый уровень)</i>	<i>Max, баллов (повышенный уровень)</i>
<i>Лабораторная работа</i>	<i>4</i>	<i>26</i>	<i>40</i>
<i>Тест</i>	<i>2</i>	<i>10</i>	<i>20</i>
<i>Экзамен</i>	<i>1</i>	<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого:</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

Шкала оценивания

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:
			экзамен
5	87 - 100	Отлично	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий
4	74 - 86	Хорошо	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
3	60 - 73	Удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
2	Ниже 60	Неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному

Краткая характеристика оценочных средства

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование оценочного средства</i>	<i>Краткая характеристика оценочного средства</i>	<i>Представление оценочного сред- ства в фонде</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1.	Лабораторная работа	Это вид учебной работы, целью которой является изучение (исследование, измерение) характеристик лабораторного объекта. Цель лабораторных занятий: освоение изучаемой учебной дисциплины; приобретение навыков практического применения знаний учебной дисциплины (дисциплин) с использованием технических средств и (или) оборудования	Темы лабораторных работ, контрольные вопросы по теме лабораторной работы, вопросы к коллоквиуму
2.	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
3.	Экзамен	Целью данного вида учебной деятельности является систематизация знаний учащихся и контроль качества их усвоения.	Список вопросов

Примерная форма оформления лабораторных занятий

Учебным планом по специальности 33.05.01 «Фармация» для обучающихся предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами».

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения: лабораторного оборудования, образцов для исследований, методических пособий. Цель проведения лабораторных работ - практическое освоение теоретических положений лекционного материала, а также выработка студентами определенных умений и навыков самостоятельного экспериментирования.

Лабораторная работа №1. Основные понятия метрологии. Средства измерений.

1. Основные понятия науки Метрология
2. Основные виды погрешностей
3. Погрешности измерений
4. Погрешности приборов и измерительной техники
5. Поверка приборов

Лабораторная работа №2. Изучение, поверка и градуировка измерительных приборов и измерительных преобразователей давления, температуры, расхода, уровня

1. Приборы для измерения давления
2. Приборы и устройства для измерения температуры
3. Приборы и методы измерения расхода
4. Приборы и способы измерения уровня
5. Градуировка приборов и комплекта устройств

Лабораторная работа №3. Статические и динамические свойства объектов. Регуляторы, законы регулирования

1. Что такое статическая/ динамическая характеристики объекта?
2. Понятия нагрузка, емкость, постоянная времени
3. Состав регулятора, назначение
4. Законы регулирования
5. Статическая и динамическая характеристики регулятора

Лабораторная работа №4. Виды САР, классификация САР. Структура АСУТП. Схемы автоматизации

1. Виды автоматических систем
2. Блок-схема САР, основные узлы
3. Классификации САР по различным параметрам
4. Состав АСУТП
5. Технические средства автоматизации

Материалы лабораторных работ приведены в методических указаниях, разработанных на кафедре АССОИ:

Гайнуллин Р.Н., Герке А.Р., Лира А.В. , Измерение основных параметров технологических процессов / КНИТУ. 2020, с.128

Герке А.Р., Лира А.В., Перухин М.Ю., Автоматические регуляторы и типовые законы регулирования / КНИТУ. 2016, с.24

Волкова М.М., Чигвинцева И.Р. , Передача сигналов в системах автоматического управления / Апресс. 2020, с.90

Критерии оценки лабораторных работ

При подготовке к лабораторной работе по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами» в 7 семестре студент должен выполнить следующие виды работ:

Виды работ	Минимальный балл	Максимальный балл
Самостоятельная проработка теоретического материала к лабораторной работе	1	2
Ознакомление с установкой, прибором, методикой выполнения лабораторной работы	1	2
Выполнение необходимого эксперимента	1	2
Обработка и анализ результатов исследования и вывод по работе	3	4
ИТОГО :	6	10

Таким образом, каждая лабораторная работа оценивается минимум в 6 баллов, максимум в 10 баллов. После выполнения всех работ рассчитывается итоговый балл по данному оценочному средству, как сумма баллов по всем лабораторным работам.

Тест

Компетенция:

ОПК-1 Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов

1. Термопара – это устройство для измерения

1) Температуры

2) Давления

3) Расхода

4) Уровня

2. Термопреобразователь сопротивления – это устройство для измерения

1) Температуры

2) Давления

3) Расхода

4) Уровня

3. НСХ К – это обозначение

1) Термопары ТХА

2) Термопреобразователя сопротивления

3) Кориолисовый расходомер

4. НСХ Pt100 – это обозначение

1) Термопреобразователя сопротивления

2) Термопары

3) Ультразвукового уровнемера

5. Манометр – прибор для измерения

1) Давления

2) Температуры

3) Расхода

4) Уровня

6. К деформационным манометрам относятся приборы

1) С трубчатой пружиной

2) Жидкостный

3) Емкостной

4) Грузопоршневой

7. Жидкостный манометр применяется для

1) Для измерения давления

2) Для измерения расхода жидкости

3) Для сигнализации о достижении определенного уровня жидкости

4) Для поверки грузопоршневого манометра

8. Для градуировки и поверки средств измерения давления применяются в основном

1) грузопоршневой манометр

2) пьезоэлектрический датчик давления

3) вакуумметр

4) Частотно-резонансный датчик давления

9. Определение метрологическими организациями погрешностей средств измерений и установление пригодности их к дальнейшей эксплуатации – это

1) Поверка

2) Вариация

3) Относительная погрешность

4) Класс точности

10. Эта погрешность определяется как отношение абсолютной погрешности к значению, заменяющее ему истинное, т.е. к действительному X . Эта величина является безразмерной или может быть выражена в процентах:

1) Относительная погрешность

2) Вариация

3) Приведенная погрешность

4) Абсолютная погрешность

11. _____ погрешность – это отношение абсолютной погрешности измерения Δ к нормирующему значению X_N . И эта величина является безразмерной или может быть выражена в процентах. В качестве нормирующего значения X_N обычно используют диапазон шкалы или измерения прибора: $X_N = N_{MAX} - N_{MIN}$.

1) Приведенная погрешность

2) Вариация

3) Относительная погрешность

4) Абсолютная погрешность

12. Разность показаний прибора, соответствующая одному и тому же действительному значению измеряемой величины при плавном подходе к этой величине со стороны меньших и больших значений при неизменных внешних условиях

1) Вариация

2) Относительная погрешность

3) Приведенная погрешность

4) Абсолютная погрешность

13.Обобщенная характеристика, определяющая допускаемые пределы погрешностей и другие свойства, влияющие на точность измерения, устанавливается изготовителем средства измерения, и по нему можно определить в каких пределах будет находиться погрешность измерений, а также осуществить выбор конкретных приборов по заданной точности

1) **Класс точности**

2) Поверка

3) Градуировка

4) Эталон

14.Что за эффект заключается в возникновении ТЭДС (Термоэлектродвижущая сила) и электрического тока в замкнутой цепи, состоящей из двух разнородных проводников имеющих разную температуру в местах спаев?

1) **Термоэлектрический**

2) Термокапиллярный

3) Пьезоэлектрический

4) Магнитоэлектрический

15.Как называются провода, предназначенные для удаления холодных спаев термопары как можно дальше от объекта измерения, то есть от зоны с меняющейся температурой?

1) **Удлиняющие**

2) Охлаждающие

3) Нагревающие

4) Замедляющие

16.Когда не нужно вводить поправку на температуру свободных спаев?

1) **Температура свободного спая равна 0°C**

2) Температура свободного спая равна 1000°C

3) Температура рабочего спая не равна 0°C

4) Температура свободного спая равна -273°C

17.Принцип действия этого прибора основан на свойстве металлов и полупроводников изменять своё электрическое сопротивление в зависимости от температуры

1) **термопреобразователя сопротивления**

2) термопары

3) расходомера

4) уровнемера

18.Количество вещества, проходящее через данные сечения канала транспортной магистрали в единицу времени и измеряемое в единицах массы или объема, делённых на единицу времени – это

- 1) **расход**
- 2) напор
- 3) уровень
- 4) объем

19.Для измерения количества вещества, прошедшее по магистрали за определенный промежуток времени (например, за сутки или месяц) выражается в единицах объема или массы (например, в м³ или кг) применяются

- 1) **счетчики**
- 2) измерители
- 3) преобразователи
- 4) вольтметры

20.Какой метод измерения расхода основан на изменении статического давления (потенциальной энергии) среды протекающей через местное сужение в трубопроводе. Согласно закону Бернулли, используется пропорциональность давления квадрату скорости для конкретного сечения трубопровода. В измерительной технике стандартными сужающими устройствами являются диафрагмы, сопла и сопла Вентури

- 1) **Метод переменного перепада давления**
- 2) Метод постоянного перепада давления
- 3) Метод сравнения

21.Какое устройство представляет собой тонкий диск, установленный в трубопроводе так, чтобы его отверстие, имеющее острую прямоугольную кромку навстречу потоку, было по оси трубопровода?

- 1) **Диафрагма**
- 2) Сопло
- 3) Мембрана
- 4) Сильфон

22.Преимущества расходомеров переменного перепада давления:

- 1) **Отсутствие движущихся частей**
- 2) Обилие движущихся частей
- 3) Применяются только для электропроводных жидкостей

23.Проходящий через это устройство снизу поток жидкости или газа поднимает поплавков вверх до тех пор, пока расширяющийся кольцевой зазор между телом поплавка и стенками конусной трубки не достигнет

такой величины, при которой действующие на поплавков силы уравниваются. При равновесии сил, поплавков устанавливается на той или иной высоте H в зависимости от величины расхода Q . Зависимость H от Q линейна.

- 1) Ротаметр
- 2) Манометр
- 3) Вольтметр
- 4) Термопара

24. Этот расходомер использует многолопаточную турбинку, расположенную внутри корпуса соосно трубопроводу. Струевыпрямители устраняют возможное вращательное движение потока и являются опорами для турбинки. Набегающий поток жидкости, воздействуя на лопасти турбинки, приводит её во вращение с частотой, пропорциональной скорости жидкости и, следовательно, общему объёмному расходу

- 1) Тахометрический
- 2) Электромагнитный
- 3) Акустический

25. В приборах такого типа в качестве проводника используют электропроводную жидкость, расход которой необходимо определить. Эта жидкость, протекая между полюсами магнита, создаёт ЭДС, измерив которую можно определить среднюю скорость потока, а, следовательно, и искомый объёмный расход

- 1) Электромагнитный
- 2) Тахометрический
- 3) Акустический
- 4) Кориолисовый

26. В качестве чувствительного элемента таких расходомеров используют U-образную трубку с малым гидравлическим сопротивлением. Поток жидкости или газа проходит через такую трубку, колеблющуюся с определенной частотой. Трубка приводится в движение электромагнитной катушкой, расположенной в центре изгиба трубки. Колебания трубки подобны колебаниям камертона, имеют амплитуду менее 1 мм и частоту в диапазоне 80 – 100 Гц.

- 1) Кориолисовые расходомеры
- 2) Электромагнитные расходомеры
- 3) Тахометрические расходомеры
- 4) Акустический

27. Принцип действия таких расходомеров основывается на явлении вихревого следа, известного как эффект Кáрмана. Когда жидкость обтекает поперечное тело, поток разделяется и образует завихрения, которые,

срываясь, уносятся потоком. Возникновение вихрей происходит попеременно позади вдоль каждой стороны тела обтекания. Эти вихри являются причиной возникновения зон флуктуации (пульсации) давления, которые улавливаются чувствительным элементом. Частота генерации вихрей, а, следовательно, и пульсаций давления, прямо пропорциональна скорости жидкости, а, следовательно, и расходу

- 1) **Вихревые расходомеры**
- 2) Тахометрические расходомеры
- 3) Электромагнитные расходомеры

28. Метрология – это наука об/о:

- 1) **измерениях**
- 2) составе метрополитена
- 3) о приборах для измерения физических величин
- 4) о картах метрополитена

29. Класс точности средств измерений – это:

- 1) **Метрологическая характеристика средств измерений, определяющая гарантированные границы значений основных и дополнительных погрешностей**
- 2) Единица измерения измерительного устройства
- 3) Рабочий диапазон измерительного устройства

30. Дифференциальные манометры – приборы для измерения _____ давлений

- 1) **Разности**
- 2) Суммы
- 3) Вакуумных

31. Вариацией прибора называется наибольшая, полученная экспериментально _____ между показаниями измерительного прибора, соответствующими одному и тому же действительному значению измеряемой величины при одинаковых условиях измерения:

- 1) **Разность**
- 2) Значение

32. _____ приборы предназначены для передачи единиц измерения от эталонов к остальным приборам путем поверки и градуировки.

- 1) **Образцовые**
- 2) Точные
- 3) Измерительные

33. _____ – это комплекс, объединяющий технологический процесс, технические средства сбора, обработки и преобразование информации, программного, алгоритмического и математического обеспечения и оперативного персонала

1) АСУТП

2) САР

3) ПАЗ

34. В закрытых емкостях положение уровня жидкостей можно контролировать при помощи _____ уровнемеров. Измерение уровня основано на поглощении γ -лучей при их прохождении через слой вещества.

1) Радиоизотопных

2) Акустических

3) Буйковых

4) Гидростатических

35. В производстве применяются _____, измеряющие расход путем дросселирования потока сужающим устройством постоянного сечения, устанавливаемым в трубопроводе.

1) расходомеры переменного перепада давления

2) расходомеры постоянного перепада давления

3) вихревые расходомеры

4) расходомеры скоростного напора

36. В _____ преобразователях используется свойство катушки индуктивности изменять свое сопротивление при перемещении сердечника

1) Электромагнитных

2) Акустических

3) Тахометрических

37. Емкостные датчики представляют собой _____, емкость которого изменяется при изменении измеряемой не электрической величины. Он формируется из двух пластин, разделенных слоем диэлектрика

1) Конденсатор

2) Мотор

3) Хромотограф

4) Потенциометр

38. Термопара в цепи термоэлектрического термометра является первичным преобразователем.

1) Да

2) Нет

39. Датчиком называют конструктивно выделенный вторичный прибор
- 1) **Нет**
 - 2) Да
40. Один и тот же вторичный прибор может быть использован для измерения различных параметров.
- 1) **Да**
 - 2) Нет
41. Процесс в P & ID (Piping and instrumentation diagram) протекает
- 1) **слева направо**
 - 2) справа налево
 - 3) горизонтально
 - 4) вертикально
42. Какой сигнал обозначается пунктирными линиями
- 1) **электрический**
 - 2) механический
 - 3) гидравлический
 - 4) пневматический
43. Электромагнитное явление (электромагнитный сигнал) включает в себя:
- 1) **тепло, радиоволны и свет**
 - 2) тепло, радиоволны, ядерное излучение и свет
 - 3) тепло, ядерное излучение и свет
 - 4) тепло, радиоволны, ядерное излучение
44. Для каких систем используют понятие «система двух проводов»
- 1) **для измерительных приборов**
 - 2) для измерительных приборов и органов управления
 - 3) органов управления
 - 4) для регулирующих клапанов
45. Что обозначает «система двух проводов»
- 1) **передатчик поля имеет только два провода, подключенных к нему**
 - 2) системы между собой соединены
 - 3) передатчик поля имеет два и более проводов, подключенных к нему
 - 4) ничего не обозначает
46. _____ характеристикой объекта называется изменение выходной величины во времени при подаче на вход объекта, находящегося в состоянии равновесия, возмущающего воздействия

- 1) **Динамической**
- 2) Статической
- 3) Комбинированной
- 4) Общей

47. График изменения выходной величины объекта, получающийся при ступенчатом возмущении, называется _____ характеристикой или кривой разгона

- 1) **Переходной**
- 2) Жесткой
- 3) Связанной
- 4) Неопределенной

48. Способность объекта принимать после возмущения новое установившееся состояние без вмешательства управляющего устройства (регулятора) называется _____. Оно характеризуется коэффициентом _____

- 1) **Самовыравниванием**
- 2) Установкой
- 3) Остановкой
- 4) Минимизацией

49. _____ это устройство, которое, сравнивая текущее значение регулируемой величины с заданным, воздействует на технологический процесс таким образом, что текущее значение регулируемой величины автоматически поддерживается равным заданному

- 1) **Автоматический регулятор**
- 2) Элемент сравнения
- 3) Уравнитель
- 4) Узел

50. _____ функциональная связь между входным и выходным значениями регулятора. Под входной величиной регулятора понимается сигнал рассогласования, а под выходной величиной – его регулирующее воздействие, которое вызывает перемещение регулирующего органа

- 1) **Закон регулирования**
- 2) Закон уравнивания
- 3) Объект регулирования
- 4) Регулятор

Критерии оценки теста

В процессе изучения дисциплины студент должен решить два теста.

При каждом тестировании студент отвечает на 25 тестовых заданий. Каждый тест оценивается следующим образом:

Критерии оценки	Минимальный балл	Максимальный балл
50 – 70% верных ответов	10	14
71 – 85% верных ответов	15	18
86 – 100% верных ответов	19	20

Итоговый балл за данное оценочное средство рассчитывается как среднее арифметическое за два теста.

Примерная форма экзаменационного билета при проведении экзамена в устной форме

Специальность: 33.05.01 «Фармация»
(код и наименование)

Специализация: Промышленная фармация
(наименование)

Семестр 7

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой _____ Р.Н. Гайнуллин

« _____ » _____ 20____ г.

Экзаменационный билет №1 по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами»

1. Какие методы измерения уровня жидкости применяются в промышленности?
2. Что понимается под абсолютной погрешностью. Формула абсолютной погрешности.

Критерии оценки экзамена

Максимальное количество баллов за экзамен 40: максимальное количество баллов за первый вопрос 10, максимальное количество баллов за второй вопрос 20, максимальное количество баллов на ответы 2 дополнительных вопросов 10.

Минимальное количество баллов за экзамен 24: минимальное количество баллов за первый вопрос 6, минимальное количество баллов за второй вопрос 12, минимальное количество баллов на ответы 2 дополнительных вопросов 6.

Дополнительный вопрос — это любой из списка экзаменационных вопросов, ответ на который достаточно дать в краткой форме.

Список экзаменационных вопросов

Компетенция:

ОПК-1 Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов

1. Метрология, определение, основные разделы метрологии

Наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности. Предметом метрологии является извлечение количественной информации о свойствах объектов с заданной точностью и достоверностью. Выделяют теоретическую, законодательную и практическую метрологию.

2. Средства измерения.

Средство измерения - техническое устройство, предназначенное для выполнения намерений и имеющее нормированные метрологические характеристики. Средства измерений подразделяются на меры, приборы и преобразователи. В практике находят применение также измерительные системы.

3. Инструментальные и методические погрешности.

Методическая погрешность обусловлена несовершенством метода измерений или упрощениями, допущенными при измерениях, возникает из-за использования приближенных формул при расчете результата или неправильной методики измерений.

Инструментальная погрешность обусловлена несовершенством применяемых средств измерений; неточности, допущенные при изготовлении и регулировке приборов, изменение параметров элементов конструкции и схемы вследствие старения.

4. Абсолютная, относительная и приведенная погрешность средств измерений.

Абсолютная погрешность – алгебраическая разность между номинальным и действительным значениями измеряемой величины, измеряется в тех же единицах измерения, что и сама величина.

Относительная погрешность – отношение абсолютной погрешности к тому значению, которое принимается за истинное, является безразмерной величиной, либо измеряется в процентах.

Приведённая погрешность – погрешность, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к условно принятому значению величины, постоянному во всем диапазоне измерений или в части диапазона. В качестве нормирующего значения X_N обычно используют диапазон шкалы или измерения прибора: $X_N = N_{MAX} - N_{MIN}$.

5. Систематические и случайные погрешности.

Систематическая погрешность измерения – составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же физической величины. Систематические погрешности являются в общем случае функцией измеряемой величины, влияющих величин (температуры, влажности, напряжения питания и пр.) и времени.

Случайной погрешностью называют составляющие погрешности измерений, изменяющиеся случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины. Случайные погрешности определяются совместным действием ряда причин: внутренними шумами элементов электронных схем, наводками на входные цепи средств измерений, пульсацией постоянного питающего напряжения, дискретностью счета.

6. Понятие эталона. Виды эталонов.

Эталон – средство измерений (или комплекс средств измерений), обеспечивающее воспроизведение и (или) хранение единицы, а также передачу её размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений и утвержденное в качестве эталона в установленном порядке.

Выделяют первичный (воспроизводящий единицу физической величины с наивысшей точностью), специальный, вторичный, исходный, рабочий эталоны

7. Поверка, способы поверки

Под поверкой понимается определение метрологическими организациями погрешностей средств измерений и установление пригодности их к дальнейшей эксплуатации. Поверка измерительных приборов может осуществляться двумя способами. Первый способ заключается в измерении с помощью поверяемого прибора соответствующих физических

величин, воспроизводимых мерами. При этом меры должны иметь определенные разряд и класс точности. Значения мер выбираются равными значениям контролируемых отметок шкалы поверяемого прибора. Абсолютная погрешность прибора определяется как разность между его показанием и соответствующим этому показанию размером образцовой меры. Второй способ состоит в сравнении показаний поверяемого и образцового приборов при подаче на их входы одних и тех же величин. Абсолютная погрешность прибора определяется как разность его показания и соответствующего показания образцового прибора

8. Понятие класс точности.

Класс точности СИ – обобщенная характеристика, выражаемая пределами допускаемых (основной и дополнительной) погрешностей, а также другими характеристиками, влияющими на точность. Классы точности конкретного типа СИ устанавливают в нормативных документах, для каждого класса точности устанавливают конкретные требования к метрологическим характеристикам, в совокупности отражающим уровень точности СИ данного класса.

9. Что представляет собой автоматический регулятор?

Автоматический регулятор (АР) представляет собой устройство, присоединяемое к объекту регулирования для автоматического регулирования его выходной величины, выбранной в качестве регулируемой. АР образует главную обратную связь с САР. Выходной величиной АР является регулирующее воздействие (перемещение регулирующего органа); входной – отклонение регулируемой величины от заданного значения; главным возмущением АР является изменение задания

10. Что понимают под законом регулирования?

Закон регулирования – это алгоритм функционирования, выражающий связь во времени между регулирующим воздействием регулятора и изменением выходной величины объекта, являющейся входной величиной для регулятора. Обычно рассматриваются идеализированные теоретические законы без учета инерционности. Законы регулирования непрерывного действия по отклонению представляют собой линейные дифференциальные уравнения.

11. Классификация регуляторов по закону регулирования.

Серийные промышленные регуляторы по их закону регулирования делятся на следующие типы:

статические или пропорциональные, или П – регуляторы;

астатические или интегральные, или И – регуляторы;

изодромные или пропорционально-интегральные или ПИ – регуляторы;

пропорциональные с предварением или пропорционально – дифференциальные или ПД – регуляторы;

изодромные с первой производной или пропорционально-интегрально-дифференциальные или ПИД - регуляторы;
позиционные или релейные или Р - регуляторы.

12. Как определяют статические и динамические характеристики объекта регулирования?

В статическом режиме объект находится в состоянии равновесия, так как приток вещества или энергии в объект равен стоку. Характерным признаком такого режима работы является постоянство во времени выходной величины объекта. Зависимость, связывающая значения выходной и входной величин объекта в установившемся (статическом) режиме, называется статической характеристикой.

Динамической характеристикой объекта называется изменение выходной величины во времени при подаче на вход объекта, находящегося в состоянии равновесия, возмущающего воздействия.

13. Как проявляется дифференциальная компонента в ПИД-регуляторе?

Дифференциальная компонента устраняет затухающие колебания, динамическая точность регулирования при наличии дифференциальной компоненты (ПД-регулятор) может быть выше, чем для П-регулятора.

14. Как проявляется интегральная компонента в ПИД-регуляторе?

Интегральная компонента позволяет минимизировать остаточное рассогласование между установившимся в системе значением регулируемого параметра и уставкой.

15. Термоэлектрические термометры. Принцип действия. Градуировки.

Термопарой, или термоэлектрическим преобразователем, называют устройство для измерения температуры, основой работы которого является термоэлектрический эффект. В замкнутой цепи из двух разнородных проводников возникает электродвижущая сила (термо-ЭДС), если спаяи поддерживать при разной температуре. Величина термоэлектродвижущей силы зависит от материала проводников и разницы температур контактов, направление тока в контуре - от того, температура какого спая выше. Для классификации групп термопар по российскому ГОСТу используют три кириллические буквы, международная классификация подразумевает обозначение одной буквой латиницы: например, хромель-копелевая термопара имеет обозначение ТХК, или L

16. Какие вторичные приборы применяются в методе измерения температуры с помощью термопар.

Для измерения ТЭДС в комплектах термоэлектрических термометров применяют вторичные приборы: милливольтметры и потенциометры (той же градуировки, что и термопара). В современных условиях чаще в

качестве вторичных применяются цифровые измерительные приборы, позволяющие работать с любыми стандартными типами датчиков и сигналов. В этих приборах используют микроконтроллер, и поправка вводится программно. Показания этих вторичных приборов отображаются в градусах Цельсия.

17. Для чего используются удлиняющие термоэлектродные провода при применении термопар?

Удлиняющие термоэлектродные провода предназначены для удаления холодных спаев термопары как можно дальше от объекта измерения, то есть от зоны с меняющейся температурой. Удлиняющие провода должны быть термоэлектрически подобны термоэлектродам термопары, но к ним не предъявляются требования жаростойкости. Как правило, удлиняющие провода изготавливают из тех же материалов, что и электроды термопары.

18. Методика измерения температуры с использованием термометра сопротивления.

Принцип действия термопреобразователя сопротивления основан на свойстве металлов и полупроводников изменять своё электрическое сопротивление в зависимости от температуры. К материалам, применяемым в качестве чувствительного элемента, относятся следующие металлы: платина, медь, никель и железо, также используются полупроводники.

19. Термометры сопротивления. Градуировки. Вторичные приборы

Промышленные термопреобразователи сопротивления в РФ выпускаются в соответствии с трёх типов: платиновые, медные и никелевые термометры сопротивления. В условных обозначениях градуировочной характеристики – НСХ (номинальная статическая характеристика) числом обозначают сопротивление в Омах при 0 °С, а буквой указывают материал. Например, П - платина.

20. Способы компенсации изменения температуры свободных спаев термопар. Внесение поправки.

Если температуру холодных спаев не термостатировать при 0 °С, то необходимо вводить поправку на показания вторичного измерительного прибора $E(t, t'0)$. Для этого по стандартной градуировочной таблице для данного вида термопары и температуре $t'0$ находят значение поправки $E(t'0, t0)$, которое соответствует величине ЭДС для температуры равной отклонению от 0 °С.

21. Термометры, основанные на расширении твердых тел. Биметаллические термометры

Биметаллические термометры основаны на деформации биметаллической ленты при изменении температуры. Обычно применяются биметаллические ленты, согнутые в виде плоской или винтовой спирали. Один конец спирали укреплен неподвижно, второй - на оси стрелки. Угол поворота стрелки равен углу закручивания спирали, который пропорционален изменению температуры.

22. Термометры расширения. Жидкостные стеклянные

Стеклянный жидкостный термометр – это преобразователь температуры, основанный на тепловом расширении термометрической жидкости, заключенной в стеклянном резервуаре. Благодаря простоте, высокой точности и дешевизне, стеклянные жидкостные термометры получили широкое распространение в лабораторных и технических измерениях. Используются они и как образцовые измерительные средства.

23. Пирометры

Пирометры излучения основаны на использовании теплового излучения нагретых тел. Верхний предел измерения температуры пирометра излучения практически не ограничен. Измерение основано на бесконтактном способе, поэтому отсутствует искажение температурного поля, вызываемого введением преобразовательного элемента прибора в измеряемую среду. Возможно измерение температуры пламени и высоких температур газовых потоков при больших скоростях.

24. Газовые манометрические термометры

В основу принципа действия манометрического термометра положена зависимость между температурой и давлением термометрического (рабочего) вещества, лишенного возможности свободно расширяться при нагревании. Манометрические термометры обычно включают в себя термобаллон, капиллярную трубку и трубчатую пружину с поводком, зубчатым сектором и стрелкой. Вся система заполняется рабочим веществом. При нагревании термобаллона, установленного в зоне измеряемой температуры, давление рабочего вещества внутри замкнутой системы увеличивается. Увеличение давления воспринимается манометрической пружиной, которая воздействует через передаточный механизм на стрелку или перо прибора.

25. Определение понятия «давление», формула и виды давления

Под давлением в общем случае понимают предел отношения нормальной составляющей силы к площади, на которую действует сила, $P=F/S$. Различают абсолютное, избыточное, барометрическое (атмосферное) давление и разрежение (вакуум)

26. Классификация приборов для измерения давления по принципу действия

Различают деформационные манометры, жидкостные, грузо-поршневые, электрические

27. Жидкостные манометры

Жидкостный U-образный манометр, представляющий собой согнутую в виде буквы U в стеклянную трубку. Трубка закреплена на панели со шкалой, расположенной между коленами трубки, и заполнена жидкостью (спиртом, водой, ртутью). Один конец трубки соединен с полостью, в которой измеряется давление, другой конец трубки сообщается с атмосферой. Под действием измеряемого давления жидкость в трубке перемещается из одного колена в другое до тех пор, пока измеряемое давление не уравнивается гидростатическим давлением столба жидкости в открытом колене. Если давление в полости, с которой соединен прибор, ниже атмосферного, то жидкость в коленях переместится в обратном направлении, и высота ее столба будет соответствовать вакууму.

28. Деформационные (пружинные) манометры.

Деформационные (пружинные), измеряющие давление по величине деформации различных упругих элементов или по развиваемой ими силе. Приборы с одновитковой трубчатой пружиной (манометры, вакуумметры, мановакуумметры и дифманометры) наиболее распространены. Действие пружинных приборов основано на измерении величины деформации одновитковой полой пружины различного вида. Эта деформация преобразуется передаточными механизмами того или иного вида в угловое или линейное перемещение указателя по шкале прибора

29. Физический смысл понятий «расход» и «количество».

Расход – это количество вещества, проходящее через данные сечения канала транспортной магистрали в единицу времени и измеряемое в единицах массы или объема, делённых на единицу времени. Соответственно, различают массовый Q_m и объёмный Q расходы.

Количество вещества, прошедшее по магистрали за определенный промежуток времени (например, за сутки или месяц) выражается в единицах объема или массы (например, в m^3 или кг).

30. Принцип действия электромагнитного расходомера.

В приборах такого типа в качестве проводника используют электропроводную жидкость (электролит) расход которой необходимо определить. Эта жидкость, протекая между полюсами магнита, создаёт ЭДС, измерив которую (например, милливольтметром) можно определить среднюю скорость потока, а, следовательно, и искомый объёмный расход

31. Принцип действия кариолисового расходомера.

Поток жидкости или газа проходит через изогнутую U-образную измерительную трубку, колеблющуюся с определенной частотой. Трубка

приводится в движение электромагнитной катушкой, расположенной в центре изгиба трубки. При движении измеряемой среды через сенсор появляется силы Кориолиса, воздействующие со стороны жидкости на трубку. Электромагнитные датчики в виде катушек индуктивности, расположенные с каждой стороны трубки, реагируют на колебания и вырабатывают синусоидальный сигнал переменного тока. Массовый расход определяется путем измерения временной задержки между сигналами детекторов t .

32. Принцип действия расходомера переменного перепада давлений

Метод основан на изменении статического давления (потенциальной энергии) среды протекающей через местное сужение в трубопроводе. Согласно закону Бернулли, используется пропорциональность давления квадрату скорости для конкретного сечения трубопровода. В измерительной технике стандартными сужающими устройствами являются диафрагмы, сопла и сопла Вентури.

33. Принцип действия ультразвукового расходомера.

В таких расходомерах применяют два метода – фазовый и частотный. Первый основан на измерении разности фаз двух ультразвуковых колебаний, направленных по потоку и против него. Сигнал, излучаемый преобразователем А, доходит до преобразователя В быстрее чем в обратном направлении, так как в первом случае поток увеличивает его скорость, тогда как во втором случае – уменьшает.

Частотные расходомеры, работают на принципе изменения частоты повторяющихся коротких импульсов ультразвуковых колебаний в зависимости от прохождения ультразвуковыми колебаниями одинакового пути по потоку жидкости (газа) и против потока. Сигнал ультразвуковых колебаний, распространяясь по потоку от преобразователя А, воспринимается преобразователем В с увеличением частоты, сигнал от преобразователя В к А соответственно с понижением частоты.

34. Принцип действия вихревого расходомера.

Принцип действия вихревых расходомеров основывается на явлении вихревого следа, известного как эффект Кáрмана. Когда жидкость обтекает поперечное тело, поток разделяется и образует завихрения, которые, срываясь, уносятся потоком. Возникновение вихрей происходит попеременно позади вдоль каждой стороны тела обтекания. Эти вихри являются причиной возникновения зон флуктуации (пульсации) давления, которые улавливаются чувствительным элементом. Частота генерации вихрей, а, следовательно, и пульсаций давления, прямо пропорциональна скорости жидкости, а, следовательно, и расходу.

35. Принцип действия ротаметра (расходомера постоянного перепада давлений)

В расходомерах постоянного перепада давления расход вещества зависит от перемещения обтекаемого тела, изменяющего при этом площадь проходного сечения таким образом, что перепад давления до и после обтекаемого тела остаётся постоянным. Проходящий через ротаметр снизу поток жидкости или газа поднимает поплавков вверх до тех пор, пока расширяющийся кольцевой зазор между телом поплавка и стенками конусной трубки не достигнет такой величины, при которой действующие на поплавок силы уравниваются. При равновесии сил, поплавок устанавливается на той или иной высоте H в зависимости от величины расхода Q . Зависимость H от Q линейна. Поскольку равновесие сил поплавка определяются физическими свойствами среды, требуется индивидуальная градуировка прибора $H = f(Q)$.

36. Принцип действия поплавкового указателя уровня

Поплавковым называется уровнемер, основанный на измерении положения поплавка, плотность которого меньше плотности жидкости, частично погруженного в жидкость, причем степень погружения поплавка (осадка) при неизменной плотности жидкости не зависит от контролируемого уровня. Поплавковые датчики уровня – одни из самых недорогих и вместе с тем надежных устройств для измерения уровня жидкости.

37. Принцип действия гидростатического уровнемера

В этих уровнемерах измерение уровня H жидкости постоянной плотности сводится к измерению гидростатического давления $P = \rho gH$, создаваемого жидкостью, причем измерение высоты уровня непосредственно по величине гидростатического давления можно производить в резервуарах, находящихся как под атмосферным, так и под отличающимся от него давлением. Согласно формуле, гидростатическое давление зависят не только от текущего значения уровня, но и от плотности жидкости, а в общем случае и от плотности пара над жидкостью, которые в свою очередь зависят от температуры и давления среды. Один из способов: с манометром, подключенным к емкости и установленным на высоте, соответствующей нижнему предельному значению уровня в емкости, находящейся под атмосферным давлением

38. Принцип действия пьезометрического уровнемера

Пьезометрические уровнемеры применяются для измерения уровня самых разнообразных, в том числе вязких и агрессивных жидкостей. Воздух из пьезометрической трубки барботирует через слой жидкости. Количество воздуха, подаваемого под давлением, ограничивается дросселем таким образом, чтобы скорость движения его в трубопроводе была минимально возможной. Уровень жидкости определяется по разности давления в дифманометре.

39. Принцип действия акустического ультразвукового уровнемера

Акустический метод позволяет измерять уровень жидких и сыпучих сред без непосредственного контакта с ними, а также измерять в труднодоступных местах. Измерение уровня осуществляют по времени прохождения акустическими колебаниями расстояния от излучателя до границы раздела двух сред и обратно до приёмника излучения. То есть, уровень среды H в резервуаре определяется по времени запаздывания τ отраженного сигнала относительно посланного при известной скорости распространения звука a в рабочей среде. $\tau = 2H/a$. Чаще всего средой распространения ультразвукового импульса является воздух. Скорость распространения колебаний в воздухе примерно равна 330 м/с. Но следует учитывать, что скорость a зависит от плотности среды и, следовательно, меняется от температуры.

40. Принцип действия радарного уровнемера

Датчик уровнемера излучает в направлении измеряемой среды радиоволну с линейно или гармонически изменяющейся частотой f . Отраженный сигнал с частотой f_1 возвращается к датчику через определенное время, зависящее от пройденного расстояния и скорости распространения волны. При этом частота принимаемого f_1 и излучаемого в данный момент f_2 сигналов на уровне датчика будут отличаться на величину $f = f_1 - f_2$. Таким образом, по разности частот f можно определить положение границы раздела фаз и, следовательно, уровня H . Обычно, радарные уровнемеры работают на частотах от 5,8 до 26 ГГц.

41. Принцип действия ёмкостного уровнемера

Ёмкостными называются уровнемеры, основанные на зависимости емкости электрического конденсатора, образованного стержнями, цилиндрами или пластинами, частично введенными в измеряемую среду, от ее уровня. Емкость электрического конденсатора зависит от коэффициента диэлектрической проницаемости среды между обкладками. Ёмкость преобразователя равна сумме емкостей двух участков – погруженного в жидкость с диэлектрической проницаемостью $\epsilon_{\text{ж}}$ и находящегося в газе с диэлектрической проницаемостью $\epsilon_{\text{г}}$ (для воздуха $\epsilon_{\text{г}} = 1$). При изменении уровня меняется соотношение площадей обкладок конденсатора погруженной и непогруженной частей. Таким образом, меняется общая емкости датчика, которая затем преобразуется в пропорциональный сигнал с помощью электронного блока.

42. Уровнемеры-сигнализаторы. Ротационные датчики уровня.

Данный уровнемер имеет измерительную лопасть (или несколько лопастей), закрепленную на валу понижающего редуктора, приводимого в действие электродвигателем. При увеличении уровня измеряемая среда достигает вращающейся лопасти, что приводит к увеличению сопротивления вращению вала. В этот момент механический выключатель останавливает двигатель и выдает сигнал о достижении уровнем заданного

(порогового) значения. При снижении уровня лопасть освобождается, и двигатель снова приходит во вращение, а выдача сигнала о достижении уровнем заданного значения прекращается.

43. Уровнемеры-сигнализаторы. Вибрационные датчики уровня.

Их работа основана на вибрации резонатора представляющего собой чаще всего вилку. В этом резонаторе с помощью пьезоэлектрического элемента возбуждаются механические колебания на его резонансной частоте. Если уровень измеряемой среды еще не достиг вилки резонатора, то его механическим колебаниям ничего не препятствует. При достижении измеряемой средой пластин резонатора происходит поглощение механических колебаний, и их амплитуда резко падает. Это фиксируется встроенным электронным блоком датчика, который вырабатывает сигнал о достижении заданного уровня. При понижении уровня материала резонатор освобождается, что вновь приводит к изменению состояния выходного сигнала

44. Радиоизотопные уравнимеры

Измерение уровня жидких и сыпучих материалов этими приборами основано на изменении интенсивности радиоактивного излучения при прохождении его через слой измеряемой среды. Источник и приемник излучения расположены снаружи с противоположных сторон аппарата, уровень среды в котором нужно измерять. В качестве радиоактивного вещества в источнике чаще всего используют радиоактивный кобальт, являющийся гамма-излучателем. При увеличении уровня N измеряемого вещества оно в большей степени поглощает излучение и приемник фиксирует снижение интенсивности радиоактивного излучения. При снижении уровня происходит обратное явление. Электронный блок, связанный с приемником излучения фиксирует это изменение и преобразуется в сигнал для дистанционной передачи.

45. Структура АСУ ТП

АСУ ТП строятся по трехуровневому принципу:

Нижний уровень. Уровень оборудования, датчиков, измерительных устройств, контролирующих управляемые параметры, а также исполнительных устройств, воздействующих на эти параметры процесса, для приведения их в соответствие с заданием.

Средний уровень. Уровень управления оборудованием. Это уровень контроллеров, получающих информацию с КИП о состоянии технологического процесса и выдает команды управления, в соответствии с запрограммированным алгоритмом управления, на исполнительные механизмы.

Верхний уровень. Уровень промышленного сервера, сетевого оборудования, уровень операторских и диспетчерских станций. На этом

уровне идет контроль хода производства: обеспечивается связь с нижними уровнями, откуда осуществляется сбор данных, визуализация и диспетчеризация хода технологического процесса.

46. Понятие автоматическое регулирование.

Автоматическое регулирование – поддержание постоянного значения какого-либо параметра в технологическом процессе с заданной точностью или изменение его по определенному закону без непосредственного участия человека.

47. Основные свойства объекта регулирования. Емкость объекта.

Под емкостью регулируемого объекта подразумевается его способность накапливать энергию или вещество. Если объект регулирования обладает малой емкостью, то регулируемый параметр изменяется быстро и наоборот. Чем больше емкость объекта, тем проще решается задача регулирования. Емкость объекта регулирования чаще всего определяют экспериментальным путем, в связи, с чем имеющиеся аналитические зависимости можно применять в ограниченных случаях.

48. Основные свойства объекта регулирования. Самовыравнивание объекта.

Самовыравнивание - свойство регулируемого объекта после нарушения равновесия в объекте под действием возмущения вернуться к этому состоянию самостоятельно, без участия человека или регулятора. Количественная оценка объектов регулирования с точки зрения самовыравнивания характеризуется коэффициентом (степенью) самовыравнивания ρ . На практике степень самовыравнивания объектов регулирования определяют с помощью кривых самовыравнивания (разгона) объектов, полученных экспериментальным путем.

49. Основные свойства объекта регулирования. Время разгона и скорость разгона объекта.

Время разгона - промежуток времени, который бы потребовался для достижения объектом полной нагрузки при сообщении ему максимального возмущающего воздействия. Скоростью разгона называется величина, обратная времени разгона.

50. Основные свойства объекта регулирования. Запаздывание.

Запаздывание - время от момента приложения воздействия до того момента, когда регулируемый параметр начнет изменяться. Различают емкостное и чистое (транспортное) запаздывание.

Емкостное запаздывание зависит от емкости объекта и наблюдается в многоемкостных объектах. Например, любой теплообменный аппарат является двухемкостным объектом.

Чистым запаздыванием называется промежуток времени, после которого действие регулирующего воздействия начнет сказываться на регулируемом объекте.

Сумма чистого и емкостного запаздывания составляет полное запаздывание τ . Эту величину можно определить по кривой разгона объекта регулирования.