



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭАС  
В.Р. Храмшин

10.02.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ  
ПРОЦЕССАМИ***

Направление подготовки (специальность)  
18.04.01 Химическая технология

Направленность (профиль/специализация) программы  
Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очно-заочная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированных систем управления
Курс	2

Магнитогорск  
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 910)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированных систем управления  
25.01.2023, протокол № 7

Зав. кафедрой  С.М. Андреев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
10.02.2023 г. протокол № 7

Президент  В.Р. Храмшин

Согласовано:

Зав. кафедрой Metallurgii i khimicheskikh tekhnologii

 А.С. Харченко

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры АСУ,  Т.Г. Сухоносова

Рецензент:

зам. директора ЗАО "КонсОМ СКС" , канд. техн. наук

 Ю.Н. Волзуков



## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Андреев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Андреев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Андреев

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

- формирование у обучающихся способности определять общую схему системы автоматизированного и автоматического управления химико-технологическим процессом, средства текущего контроля и регулирования технологических факторов

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Системы управления химико-технологическими процессами входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Численные методы в решении математических моделей

Анализ и синтез химико-технологических систем

Информационные технологии для обработки эмпирических данных

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Производственная - технологическая (производственно-технологическая) практика

Производственная - преддипломная практика

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Системы управления химико-технологическими процессами» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен разрабатывать средства автоматизации для химико-технологических процессов
ПК-1.1	Определяет общую схему системы автоматизированного и автоматического управления химико-технологическим процессом, средства текущего контроля и регулирования технологических факторов

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 6,1 академических часов;
- аудиторная – 6 академических часов;
- внеаудиторная – 0,1 академических часов;
- самостоятельная работа – 62 академических часов;
- в форме практической подготовки – 2 академических часа;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Основные понятия и определения автоматики								
1.1 Введение в системы управления химико-технологическими процессами	2				2	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.	собеседование	ПК-1.1
1.2 Основные термины и определения при управлении химико-технологическими процессами. Принципы управления. Классификация систем управления					4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию	собеседование	ПК-1.1
1.3 Понятие, структура и функции АСУТП. Микропроцессорная техника					2	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию	собеседование	ПК-1.1
Итого по разделу					8			
2. Метрологические характеристики контрольно-измерительных приборов								
2.1 Основные термины и определения метрологии. Виды и методы измерений физических величин. Основные метрологические и неметрологические характеристики контрольно-измерительных приборов	2				5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, подготовка к практическому занятию. Выполнение расчетных заданий	собеседование, тестирование	ПК-1.1

2.2	Классификация погрешностей измерений и средств измерений				5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, подготовка к практическому занятию. Выполнение расчетных заданий	собеседование, тестирование	ПК-1.1
2.3	Информационно-измерительные системы				2	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию	собеседование	ПК-1.1
Итого по разделу					12			
3. Методы и средства измерения параметров технологического процесса								
3.1	Измерение температуры				4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, подготовка к практическому занятию. Подготовка к тестированию.	тестирование, отчет по практической работе	ПК-1.1
3.2	Измерение давления	2			4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, подготовка к практическому занятию. Подготовка к тестированию.	тестирование, отчет по практической работе	ПК-1.1
3.3	Измерение расхода				4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, подготовка к практическому занятию. Подготовка к тестированию.	тестирование, отчет по практической работе	ПК-1.1

3.4 Измерение уровня				4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, подготовка к практическому занятию. Подготовка к тестированию.	тестирование, отчет по практической работе	ПК-1.1
Итого по разделу				16			
4. Основы теории автоматического управления							
4.1 Статические и динамические характеристики объекта управления. Типовые элементарные звенья	2		1	5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, подготовка к практическому занятию. Подготовка презентации. Подготовка к тестированию	собеседование, отчет по практической работе, проверка презентации, тестирование	ПК-1.1
4.2 Частотные характеристики объекта управления			1	5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, подготовка к практическому занятию. Подготовка презентации. Подготовка к тестированию.	собеседование, отчет по практической работе, проверка презентации, тестирование	ПК-1.1
4.3 Типовые законы регулирования			2	11	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, подготовка к практическому занятию. Подготовка презентации. Подготовка к тестированию.	собеседование, отчет по практической работе, проверка презентации, тестирование	ПК-1.1
Итого по разделу			4	21			
5. Схемы автоматизации технологических процессов							

5.1 Основы построения схем автоматизации химико-технологических процессов	2		2	5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, подготовка к практическому занятию. Подготовка к семинару. Подготовка домашнего задания	собеседование, выступление на семинаре, сдача домашнего задания	ПК-1.1
Итого по разделу			2	5			
Итого за семестр			6	62		зачёт	
Итого по дисциплине			6	62		зачет	



## **5 Образовательные технологии**

Проектирование обучения строится на основе следующих принципов:

- обучение на основе интеграции с наукой и производством;
- профессионально-творческая направленность обучения;
- ориентированность обучения на личность;
- ориентированность обучения на развитие опыта самообразовательной деятельности будущего специалиста.

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами» используются образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии: практическое занятие, семинар.
2. Технологии проблемного обучения: практическое занятие в форме семинара и домашнее задание, направленное на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.
3. Интерактивные технологии: семинар-дискуссия – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе. Изложение проблем и их совместное решение.
4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии: практическое занятие в форме презентации – представление результатов с использованием специализированных программных сред.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Современные системы автоматизации и управления : учебное пособие / С. М. Андреев, Е. С. Рябчикова, Е. Ю. Мухина, Т. Г. Сухонослова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=71.pdf&show=dcatalogues/1/1123963/71.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.
2. Сажин, С. Г. Средства автоматического контроля технологических параметров : учебник / С. Г. Сажин. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1644-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/50683> : — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Бочкарев, В. В. Оптимизация химико-технологических процессов : учебное пособие для вузов / В. В. Бочкарев. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 263 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00378-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451320>
2. Бондарева, А.Р. Информационные технологии в металлургии : учеб. пособие /А.Р. Бондарева, В.В. Гребенникова, Е.С. Рябчикова. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та, 2014. – 177 с. – Текст : непосредственный (10 экз.)

3. Парсункин, Б.Н. Локальные стабилизирующие контуры автоматического управления в АСУ ТП промышленного производства: монография /Б.Н. Парсункин, С.М. Андреев, О.С. Логунова, Т.У. Ахметов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та, 2012. – 406 с. – Текст : непосредственный (9 экз.)
4. Анализ объектов в химической промышленности : учебное пособие / З. И. Костина, С. А. Крылова, Т. М. Куликова, И. В. Понурко ; МГТУ, каф. ХТиФХ. - Магнитогорск, 2009. - 49 с. : табл. Текст : непосредственный (10 экз.)
5. Гартман Т. Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: учебное пособие / Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. - М. : Академкнига, 2008. - 415 с. : ил., табл. - Текст : непосредственный. (10 экз.)
6. Беспалов А. В. Задачник по системам управления химико-технологическими процессами: учебное пособие / А. В. Беспалов, Н. И. Харитонов. - М. : Академкнига, 2005. - 307 с. : ил., граф., схемы, табл. Текст : непосредственный (10 экз.)
7. Шишмарев В. Ю. Технические измерения и приборы: учебник / В. Ю. Шишмарев. - М. : Академия, 2010. - 384 с. : ил., граф., схемы, табл. - (Высшее проф. образование : Автоматизация и управление). Текст : непосредственный (10 экз.)
8. Мухина, Е. Ю. Проектирование автоматизированных систем: конспект лекций : учебное пособие / Е. Ю. Мухина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1154.pdf&show=dcatalogues/1/1121181/1154.pdf&view=true> (дата обращения: 02.05.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.
9. Парсункин, Б. Н. Автоматизация технологических процессов и производств. Коксохимическое производство : учебное пособие / Б. Н. Парсункин, Т. Г. Сухоносова. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 226 с. : ил., табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=900.pdf&show=dcatalogues/1/1118840/900.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0586-3. - Имеется печатный аналог.
10. Парсункин, Б. Н. Автоматизация технологических процессов и производств в металлургии : учебное пособие / Б. Н. Парсункин, С. М. Андреев, Е. С. Рябчикова ; под ред. Б. Н. Парсункина ; МГТУ, [каф. ПКиСУ]. - Магнитогорск, 2011. - 151 с. : ил., табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=482.pdf&show=dcatalogues/1/1087745/482.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

#### **в) Методические указания:**

1. Мухина, Е. Ю. Автоматизация технологических процессов : практикум / Е. Ю. Мухина, А. Р. Бондарева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 110 с. : ил., табл., схемы. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3507.pdf&show=dcatalogues/1/1514313/3507.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог
2. Гребенникова, В. В. Технические измерения и приборы: учебное пособие / В. В. Гребенникова, М. В. Вечеркин ; МГТУ, [каф. ЭиЭС]. - Магнитогорск, 2014. - 150 с. : ил., схемы. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=817.pdf&show=dcatalogues/1/1116327/817.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0543-6. - Имеется печатный аналог.
3. Методические указания по выполнению ряда практических работ представлены в приложении 3.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое	бессрочно
Scilab Computation Engine	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Виртуальный стенд системы автоматического управления технологическим параметром	свидетельство №2013612340	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services.	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>

Информационная система - Нормативные правовые акты, организационно-распорядите льные документы, нормативные и методические	<a href="https://fstec.ru/normotvorcheskaya/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii">https://fstec.ru/normotvorcheskaya/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii</a>
--	---

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения практических занятий: компьютерный класс (ауд. 448)

Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

2. Учебная аудитория для проведения практических работ: лаборатория метрологии и технологических измерений (ауд. 452): лабораторные установки для выполнения практических работ:

- лабораторный стенд «Измерение расхода газа»;

- лабораторный стенд «Поверка термопар»;

- лабораторный стенд «Поверка прибора Диск-250, логометра Ш-4540/1 и прибора А-566»;

- лабораторный стенд «Испытание и поверка КСП-3, вольтметра Ш-4540, прибора Диск-250»;

- лабораторный стенд «Измерение уровня жидкостей»;

- лабораторный стенд «Измерение уровня сыпучих материалов»;

- лабораторный стенд «Преобразователи давления Метран»;

- лабораторный стенд «Статические и динамические характеристики объекта управления»

. Помещения для самостоятельной работы обучающихся

Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

4. Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных консультаций (ауд. 448)

Доска, мультимедийный проектор, экран

5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (ауд. 445)

Стеллажи для хранения учебно-методической документации

**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

По дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение тестовых заданий по разделам «Метрологические характеристики контрольно-измерительных приборов», «Методы и средства измерения параметров технологического процесса» и «Основы теории автоматического управления».

Пример теста по разделу **«Метрологические характеристики контрольно-измерительных приборов»:**

1. Допустимая относительная погрешность измерения тока 7,5 А амперметром класса точности 1,5 с верхним пределом измерения 10 А составляет...
  - а) 4%
  - б) 2%
  - в) 1%
  - г) 3%
2. Если необходимо контролировать напряжения с точностью до 0,1 В, то вольтметр следует выбирать с ценой деления .....В
  - а) 0,1
  - б) 0,01
  - в) 0,05
  - г) 1,0
3. Если при поверке амперметра с пределом измерения 5 А в точках 1, 2, 3, 4, 5 А получили следующие показания образцового прибора соответственно 0,95; 2,07; 3,05; 4,08; 4,95; то класс точности амперметра равен:
  - а) 2,5
  - б) 1,5
  - в) 1,0
  - г) 0,5
4. Измерения напряжения и силы тока амперметром и вольтметром называются
  - а) совместные
  - б) совокупные
  - в) косвенные
  - г) прямые

5. Неточность градуировки прибора является источником ... погрешности
- а) динамической
  - б) инструментальной
  - в) методической
  - г) субъективной
6. Поверка, при которой определяют метрологические характеристики средства измерений, присущие ему как единому целому, называют... поверкой СИ
- а) инспекционной
  - б) внеочередной
  - в) первичной
  - г) комплексной
7. В системе SI количество вещества обозначается....
- а) L
  - б) Q
  - в) N
  - г) J
8. Для измерения тока 7 А с относительной погрешностью 2% следует выбрать амперметр с пределом измерения 10 А и класса точности...
- а) 0,5
  - б) 1
  - в) 1,5
  - г) 2,5
9. Если наибольшая абсолютная погрешность при измерении напряжения милливольтметром с пределом измерения 100 мВ при измерении напряжения 20 мВ составляет 1,2 мВ, то класс точности прибора равен
- а) 1,0
  - б) 0,5
  - в) 1,5
  - г) 0,05
10. Разность показаний прибора в одной и той же точке диапазона измерений при плавном подходе к этой точке со стороны меньших и больших значений измеряемой величины
- а) вариация показаний
  - б) чувствительность
  - в) градуировочная характеристика
  - г) порог чувствительности

11. Измерительный прибор (датчик), выходным сигналом которого является ЭДС, функционально связанная с измеряемой величиной называется
- а) цифровые
  - б) аналоговые
  - в) генераторные
  - г) параметрические
12. Физическая величина, входящая в систему величин и определяемая через основные величины этой системы, называется
- а) логарифмические
  - б) относительные
  - в) производные
  - г) дополнительные
13. Модульный принцип конструирования систем – результат развития...
- а) симплификации
  - б) унификации
  - в) типизации
  - г) агрегатирования
14. Мультиметр при измерении электрической емкости класса точности 2/1 на диапазоне до 2 мкФ показывает 0,8 мкФ. Предел допускаемой относительной погрешности прибора равен:
- а) 0,5 %
  - б) 0,3 %
  - в) 0,4 %
  - г) 0,35 %
15. Результат обработки многократных измерений тока  $I = 5,457 \text{ мА}$  и  $\Delta = 0,8141 \text{ мА}$  примет вид:
- а)  $5 \pm 1 \text{ мА}$
  - б)  $5,4 \pm 0,8 \text{ мА}$
  - в)  $5,5 \pm 0,8 \text{ мА}$
  - г)  $5,46 \pm 0,81 \text{ мА}$
16. Совокупными называются измерения
- а) основанные на известной зависимости между искомой и измеряемой величиной
  - б) нескольких одноименных величин, значения которых находят решением системы уравнений
  - в) двух или более разноименных величин для нахождения зависимости между ними
  - г) результат которых получается непосредственно из измеряемой величины

17. Составляющая погрешности средства измерения, не зависящая от значения измеряемой величины называют
- а) аддитивной
  - б) мультипликативной
  - в) инструментальной
  - г) случайной
18. Качество измерения определяется величиной .... погрешности
- а) абсолютной
  - б) относительной
  - в) приведенной
  - г) систематической
19. Методы и средства поверки средств измерения являются основными объектами
- а) теоретической метрологии
  - б) законодательной метрологии
  - в) государственной системы обеспечения единства измерений
  - г) государственной метрологической службы
20. Теоретической базой современной стандартизации является принцип....
- а) предпочтительности
  - б) системности
  - в) прогрессивности
  - г) оптимизации
21. Допустимая относительная погрешность измерения тока 7,5 А амперметром класса точности 1,5 с верхним пределом измерения 10 А составляет...
- а) 4%
  - б) 2%
  - в) 1%
  - г) 3%
22. При измерении падения напряжения вольтметр показывает 36 В. СКО показаний 0,5 В. Погрешность от подключения вольтметра в сеть –1 В. Доверительные границы для истинного значения падения напряжения с вероятностью  $P=0,95$  ( $t_p=1,96$ ) можно записать ...
- а)  $35,5 \text{ В} \leq U \leq 36,5 \text{ В}$ ,  $P=0,95$
  - б)  $35 \text{ В} \leq U \leq 37 \text{ В}$ ,  $t_p = 1,96$
  - в)  $35 \text{ В} \leq U \leq 37 \text{ В}$ ,  $P=0,95$
  - г)  $36 \text{ В} \leq U \leq 38 \text{ В}$ ,  $P=0,95$



23. Если необходимо контролировать напряжения с точностью до 0,1 В, то вольтметр следует выбирать с ценой деления .....В
- а) 0,1
  - б) 0,01
  - в) 0,05
  - г) 1,0

Пример теста по разделу «**Методы и средства измерения параметров технологического процесса**»:

1. В каком случае поправка при измерении температуры пирометрами будет меньше?
  - а) если степень черноты измеряемого объекта ближе к степени черноты а.ч.т.;
  - б) если степень черноты измеряемого объекта стремится к 0;
  - в) если измеряемая температура ниже нуля;
  - г) поправка зависит от вида пирометра
2. В каких случаях применяются пирометры?
 

а) при измерении высоких температур;	в) при измерении температуры движущихся объектов;
б) при измерении низких температур	г) когда необходимо обеспечить высокую точность
3. Что относится к первичным датчикам?
 

а) сужающее устройство;	в) милливольтметр;
б) Диск-250	г) пирометр
4. Какая модификация Метрана будет измерять избыточное давление давлений
 

а) ДГ	б) ДИ	в) ДИВ	г) ДД
-------	-------	--------	-------
5. С помощью какой формулы определить коэффициент тензочувствительности  $K_T$ :
 

а) $K_T = \Delta l/l$	в) $K_T = (\Delta R/R) \cdot (\Delta l/l)$	l, R – начальные длина и сопротивление;
б) $K_T = \frac{\Delta R/R}{\Delta l/l}$	г) $K_T = \frac{\Delta l/l}{\Delta R/R}$	$\Delta l, \Delta R$ – относительные приращения .
6. Какие чувствительные элементы относятся к деформационным
 

а) мембрана	в) тензодатчик
б) сильфон	г) пьезокристаллы
7. Сила давления не изменяется, а площадь увеличивается. Как изменится давление?

а) увеличится      б) уменьшится      в) не изменится

8. Из каких материалов выполняют металлические термометры сопротивления?

а) медь              б) платина              в) вольфрам              г) манганин

9. Для термопар каких градуировок не применяют компенсационные провода?

а) МК      б) ВР      в) ПР      г) ПП

10. Сколько тензорезисторов устанавливают в преобразователе типа Метран:

а) 1              б) 2              в) 3              г) 4

11. В локационных уровнемерах мерой уровня измеряемой среды является

а) время прохождения сигнала от источника до приёмника      в) угол отражения сигнала

б) степень ослабления сигнала      г) скорость прохождения сигнала

12. Температура в печи измеряется с помощью термопары, измерительный прибор показывает  $1000^{\circ}\text{C}$ . Какая действительная температура в печи, если температура окружающей среды  $100^{\circ}\text{C}$ :

а)  $1000^{\circ}\text{C}$                               в)  $900^{\circ}\text{C}$

б)  $1100^{\circ}\text{C}$                               г)  $980^{\circ}\text{C}$

13. Какой метод измерения уровня жидкости нельзя применять для очень вязких жидкостей?

а) пьезометрический продувкой воздухом      в) ёмкостный

б) пьезометрический, с помощью манометра      г) оптический

14. Какой принцип действия и датчиков Метран – 150

а) под действием давления изменяется электрическое сопротивление тензорезисторов

б) под действием давления изменяется ёмкость преобразователя

в) под действием давления изменяется индуктивность преобразователя

г) под действием давления изменяется температура преобразователя

15. Какой материал не изменяет своих свойств при изменении температуры?

а) медь;              б) платина;              в) манганин;              г) кремний.

16. Что является достоинствами ультразвуковых расходомеров?

а) отсутствуют потери на гидравлических сопротивлениях

б) возможность бесконтактного измерения с внешней стороны трубопровода любых сред

- в) независимость показаний от различных параметров измеряемой среды
- г) простота конструкции

17. Что является достоинством стеклянных ротаметров?

- а) точность измерения
- б) измерение различных сред (и прозрачных и непрозрачных)
- в) можно устанавливать на любых участках трубопровода
- г) система передачи сигнала на расстояние

28. Какие приборы для измерения разности давлений можно применять в промышленных условиях:

- а) жидкостные U-манометры
- в) приборы типа МЭД
- б) грузопоршневые
- г) дифманометры

Пример теста по разделу «*Основы теории автоматического управления*»:

1. Устройство, которое служит для поддержания величины на заданном уровне или для ее изменения по заданному закону это:

- а) устройство автоматического контроля
- б) устройство автоматического регулирования
- в) устройство автоматического управления

2. Автоматическая система, поддерживающая значение управляемой величины постоянным называется:

- а) стабилизирующая
- б) программная
- в) следящая

3. Принцип управления, основанный на использовании информации о результатах управления:

- а) по отклонению
- б) по возмущению
- в) адаптивный

4. Что называют законом регулирования?

- а) функциональную связь между входной и выходной величинами регулятора
- б) список правил, определяющий поведение системы управления в целом
- в) функциональную связь между управляющим воздействием и регулируемой величиной объекта управления

- г) способ формирования входного и выходного сигнала регулятора
5. По каким характеристикам контура регулирования должны определяться динамические параметры настройки регулятора?
- а) по статическим и динамическим характеристикам объекта управления
  - б) по техническим характеристикам исполнительного устройства
  - в) по точностным характеристикам канала измерения
  - г) в соответствие со структурой контура регулирования
6. Какой физический смысл имеет коэффициент интегрирования (коэффициент передачи) в интегральном регуляторе?
- а) определяет величину скорости изменения выходной величины регулятора, приходящейся на единицу отклонения регулируемого параметра от задания
  - б) определяет время, за которое выходной сигнал регулятора достигнет величины, равной величине регулируемого параметра
  - в) определяет величину выходного сигнала регулятора, которая установится при подаче на вход постоянной величины рассогласования
  - г) определяет величину времени, за которое выходной сигнал регулятора под действием пропорциональной части удвоится интегральной частью
7. Какие типы регуляторов имеют только один параметр настройки?
- а) П-регулятор
  - б) И-регулятор
  - в) ПИ-регулятор
  - г) ПД-регулятор
  - д) ПИД-регулятор
8. Какой физический смысл имеет настроечный параметр П-регулятора – коэффициент передачи  $K_p$ ?
- а) определяет величину изменения выходного сигнала, приходящегося на единицу отклонения регулируемого параметра от задания
  - б) определяет величину времени, за которое выходной сигнал регулятора под действием пропорциональной части удвоится интегральной частью
  - в) определяет величину скорости изменения выходной величины регулятора, приходящейся на единицу отклонения регулируемого параметра от задания
  - г) определяет время, за которое выходной сигнал регулятора достигнет величины, равной величине регулируемого параметра

9. Какие характеристики объекта управления необходимо знать, чтобы определить требуемые параметры настройки регулятора для получения наилучших показателей переходного процесса в процессе регулирования?

- а) статические
- б) динамические
- в) точностные
- г) метрологические
- д) скоростные
- е) качественные

10. Чем определяется эффективность работы регулирующего контура при выбранном законе регулирования?

- а) значениями параметров динамической настройки регулятора
- б) точностью измерений регулируемого параметра
- в) типом исполнительного устройства
- г) наличием возможности контроля переходных процессов в контуре регулирования

11. Какой тип регулятора характеризуется наличием статической (установившейся) ошибкой регулирования при постоянной величине задания контура?

- а) П-регулятор
- б) И-регулятор
- в) ПИ-регулятор
- г) ПИД-регулятор

12. Что необходимо знать об объекте управления, чтобы выбрать тип регулятора?

- а) инерционность объекта
- б) время запаздывания объекта
- в) коэффициент передачи
- г) режимы эксплуатации и технического обслуживания объекта
- д) место установки и тип средства измерения
- е) технологические характеристики объекта

***Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся*** осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала; подготовки отчетов по практическим занятиям и презентаций; выполнения домашних заданий.

Методические указания по выполнению практических работ приведены в приложении, а также в практикуме:

Мухина, Е. Ю. Автоматизация технологических процессов : практикум / Е. Ю. Мухина, А. Р. Бондарева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 110 с. : ил., табл., схемы. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3507.pdf&show=dcatalogues/1/1514313/3507.pdf&view=true> (дата обращения: 18.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

### ***Методические указания по подготовке презентаций***

Презентация – это устный доклад обучающегося на определенную тематику, сопровождаемый мультимедийной компьютерной презентацией. Компьютерная презентация - мультимедийный инструмент, используемый в ходе докладов или сообщений для повышения выразительности выступления, более убедительной и наглядной иллюстрации описываемых фактов и явлений. Компьютерная презентация создается в программе Microsoft Power Point.

Особое внимание при подготовке презентации необходимо уделить тому, что центром внимания во время презентации должен стать сам докладчик и его речь, а не надписи мелким шрифтом на слайдах.

Если весь процесс работы над презентацией выстроить хронологически, то начинается он с четко разработанного план, далее переходит на стадию отбора содержания и создания презентации, затем наступает заключительный, но самый важный этап – непосредственное публичное выступление.

Обучающемуся, опираясь на план выступления, указанный выше, необходимо определить главные идеи, выводы, которые следует донести до слушателей, и на основании них составить компьютерную презентацию. Дополнительная информация, если таковая имеет место быть, должна быть размещена в раздаточном материале или просто озвучена, но не включена в компьютерную презентацию.

После подборки информации обучающемуся следует систематизировать материал по блокам, которые будут состоять из собственно текста, а также схем, графиков, таблиц, фотографий и т.д.

Элементами, дополняющими содержание презентации, являются:

- Иллюстративный ряд. Иллюстрации типа «картинка», фотоиллюстрации, схемы, картины, графики, таблицы, диаграммы, видеоролики.
- Звуковой ряд. Музыкальное или речевое сопровождение, звуковые эффекты.
- Анимационный ряд.
- Цветовая гамма. Общий тон и цветные заставки, иллюстрации, линии должны сочетаться между собой и не противоречить смыслу и настроению презентации.
- Шрифтовой ряд. Выбирать шрифты желательно, не увлекаясь их затейливостью и разнообразием. Чем больше разных шрифтов используется, тем труднее воспринимаются слайды. Однако надо продумать шрифтовые выделения, их подчиненность и логику. Стиль основного шрифта тоже важен. В любом случае выбранные шрифты должны легко восприниматься на первый взгляд.

- Специальные эффекты. Важно, чтобы в презентации они не отвлекали внимание на себя, а лишь усиливали главное.

Правило хорошей визуализации информации заключается в тезисе: "Схема, рисунок, график, таблица, текст". Именно в такой последовательности. Как только обучающимся сформулировано то, что он хочет донести до слушателей в каком-то конкретном слайде, необходимо подумать, как это представить в виде схемы? Не получается как схему – переходим к рисунку, затем к графику, затем к таблице. Текст используется в презентациях, только если все предыдущие способы отображения информации не подходят.

Также для улучшения визуализации слайдов существует правило: "5 объектов на слайде". Это правило основано на закономерности обнаруженной американским ученым-психологом Джорджем Миллером. В результате опытов он обнаружил, что кратковременная память человека способна запоминать в среднем девять двоичных чисел, восемь десятичных чисел, семь букв алфавита и пять односложных слов — то есть человек способен одновременно помнить  $7 \pm 2$  элементов. Поэтому при размещении информации на слайде следует стараться, чтобы в сумме слайд содержал всего 5 элементов. Если не получается, то можно попробовать сгруппировать элементы так, чтобы визуально в схеме выделялось 5 блоков.

Правила организации материала в презентации:

- Главную информацию — в начало.
- Тезис слайда — в заголовок.
- Анимация — не развлечение, а метод передачи информации, с помощью которого можно привлечь и удержать внимание слушателей.

Традиционно, компьютерная презентация должна состоять не более чем из 10-15 слайдов.

*Домашнее задание* включает в себя подготовку и оформление графических и текстовых материалов по заданной теме (или по выбору студента, согласованного с преподавателем).

Выполненное индивидуальное задание должно отражать умение студента работать с литературой и другими источниками информации, выделять проблему, определять методы ее решения, последовательно излагать сущность рассматриваемых вопросов, демонстрировать владение профессиональным языком предметной области знания, владение стилистикой научного изложения текста.

Графическая часть домашнего задания должна включать структурную и функциональную схему автоматизации выбранного химико-технологического процесса. Текстовая часть должна включать описание структурной и функциональной схемы автоматизации выбранного химико-технологического процесса, а также описание используемых приборов.

***Примерная тематика индивидуальных домашних заданий:***

1. Система управления паро-жидкостным теплообменником
2. Система управления ректификационной установкой
3. Система управления процессом рекуперации метанола

4. Система управления реактором непрерывного действия с мешалкой
5. Система управления величиной рН
6. Система управления давлением в колонне отводом инертных газов из флегмовой емкости
7. Система управления ректификационной колонной для выделения изопентана
8. Система управления двухкорпусной выпарной установкой
9. Система управления абсорбционной установкой
10. Система управления сепаратором



## Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

## а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-1: Способен разрабатывать средства автоматизации для химико-технологических процессов		
ПК-1.1	Определяет общую схему системы автоматизированного и автоматического управления химико-технологическим процессом, средства текущего контроля и регулирования технологических факторов	<p><b><i>Перечень теоретических вопросов для зачета:</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое измерение?</li> <li>2. Чем отличаются совокупные и совместные измерения?</li> <li>3. Чем отличаются метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой?</li> <li>4. Дайте определение понятия «поверка средства измерения»</li> <li>5. Что такое класс точности прибора?</li> <li>6. Что принимается за действительное значение физической величины?</li> <li>7. Чем отличаются погрешность измерения и погрешность средства измерения?</li> <li>8. Чем отличаются аддитивная и мультипликативная погрешности?</li> <li>9. Как рассчитываются абсолютная, относительная и приведенная погрешности?</li> <li>10. Перечислите способы исключения систематической погрешности.</li> <li>11. Как можно исключить постоянную погрешность известной величины и знака?</li> <li>12. Измерение. Основы техники измерений.</li> <li>13. Классификация видов измерений.</li> <li>14. Системы физических величин и их единицы.</li> <li>15. Шкалы величин.</li> <li>16. Измерение. Качество измерений.</li> <li>17. Методы измерений.</li> <li>18. Методики выполнения измерений.</li> <li>19. Классификация погрешностей измерений.</li> <li>20. Случайные погрешности измерений. Качественные и количественные характеристики.</li> <li>21. Систематические погрешности.</li> <li>22. Методы выявления, исключения систематических погрешностей.</li> <li>23. Средства измерения: основные понятия и определения. Виды средств измерений.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>24. Государственные эталоны основных теплофизических величин.</p> <p>25. Поверка средств измерений.</p> <p>26. Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование.</p> <p>27. Классы точности СИ.</p> <p>28. Измерение магнитных величин. Параметры, характеристик, схемы измерения</p> <p>29. Измерение неэлектрических величин. Классификация</p> <p>30. Измерение температуры термометрами сопротивления (пределы измерения, градуировки). Требования, предъявляемые к материалу</p> <p>31. Преобразователи неэлектрических величин. Металлические термометры сопротивления</p> <p>32. Преобразователи неэлектрических величин. Полупроводниковые термометры сопротивления</p> <p>33. Преобразователи неэлектрических величин. Эффекты Томсона, Зеебека и Пельтье</p> <p>34. Преобразователи неэлектрических величин. Термоэлектрические преобразователи</p> <p>35. Стандартные термоэлектрические преобразователи (пределы измерения, градуировки, материал электродов)</p> <p>36. Способы исключения влияния температуры свободных концов термопар. Требования, предъявляемые к материалам, термопар</p> <p>37. Преобразователи неэлектрических величин. Законы излучения</p> <p>38. Преобразователи неэлектрических величин. Пирометры частичного излучения</p> <p>39. Преобразователи неэлектрических величин. Пирометры спектрального отношения</p> <p>40. Преобразователи неэлектрических величин. Пирометры полного излучения</p> <p>41. Уравновешенные мосты. Достоинства, недостатки. Способы подключения термометров сопротивления</p> <p>42. Неуравновешенные мосты. Достоинства, недостатки</p> <p>43. Логометрические схемы</p> <p>44. Милливольтметр. Принцип действия. Устройство. Достоинства, недостатки</p> <p>45. Что такое давление и в чем оно выражается по международному стандарту?</p> <p>46. В чем преимущество чашечного манометра перед U-образным манометром?</p> <p>47. Перечислите виды деформационных манометров</p> <p>48. Для измерения какого давления предназначен</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>датчик Метран -100-ДИ?</p> <p>49. В чем суть пьезоэлектрического эффекта?</p> <p>50. Что такое расход и в чем он измеряется?</p> <p>51. В чем суть принципа измерения расхода по переменному перепаду давления на сужающем устройстве?</p> <p>52. Что представляют собой ротаметры?</p> <p>53. На чем основан принцип действия электромагнитных расходомеров?</p> <p>54. Что понимается под измерением уровня?</p> <p>55. В чем принцип работы буйковых уровнемеров?</p> <p>56. Как работают пьезометрические уровнемеры?</p> <p>57. Какой принцип используется в ультразвуковых уровнемерах?</p> <p>58. В чем заключается принцип действия электрических уровнемеров?</p> <p>59. Какие особенности управления характерны для химико-технологических процессов?</p> <p>60. Перечислить функции, выполняемые устройствами автоматического управления в химической технологии.</p> <p>61. Что понимают под термином «управление»?</p> <p>62. Что понимают под технологическим объектом управления в общем случае и конкретно в химической технологии?</p> <p>63. В чем заключается цель управления?</p> <p>64. Что понимают под входными и выходными сигналами объекта управления?</p> <p>65. Что такое возмущающие воздействия? Приведите их классификацию.</p> <p>66. Что такое управляющие воздействия?</p> <p>67. Чем отличается регулирование от управления?</p> <p>68. Дать понятие системы автоматического регулирования (САР), системы автоматического управления (САУ), автоматизированной системы управления (АСУ).</p> <p>69. Принцип управления по задающему воздействию.</p> <p>70. Принцип управления по возмущающему воздействию.</p> <p>71. Принцип управления по отклонению.</p> <p>72. Комбинированное управление.</p> <p>73. Классификация систем управления</p> <p>74. Структурная схема системы автоматического регулирования и функциональное назначение ее элементов.</p> <p>75. Структура автоматизированного предприятия (перечислить все уровни).</p> <p>76. Дать понятие АСУТП.</p> <p>77. Структура и функции АСУТП.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>78. Классы микропроцессорных комплексов.</p> <p>79. Топологии промышленных локальных сетей.</p> <p>80. Основные структурные компоненты SCADA-систем.</p> <p>81. Что такое статическая характеристика объекта управления?</p> <p>82. Что называется установившимся режимом объекта управления?</p> <p>83. Как определяется коэффициент передачи объекта управления по статической характеристике?</p> <p>84. Что называется линией регрессии?</p> <p>85. Что называется передаточной функцией объекта управления?</p> <p>86. Чем отличается объект с самовыравниванием от объекта без самовыравнивания?</p> <p>87. Что представляет собой кривая разгона и чем она отличается от переходной функции?</p> <p>88. Что такое постоянная времени объекта управления?</p> <p>89. Статический режим работы системы автоматического регулирования (САР).</p> <p>90. Определение динамических параметров по кривой разгона.</p> <p>91. Качественные показатели работы САР.</p> <p>92. Характеристики математического описания САР.</p> <p>93. Передаточная функция.</p> <p>94. Типовые динамические звенья САР.</p> <p>95. Соединение звеньев САР.</p> <p>96. Что является входной и выходной величинами регулятора?</p> <p>97. Пропорциональный регулятор: формула закона управления, принцип действия, достоинства и недостатки.</p> <p>98. Интегральный регулятор: формула закона управления, принцип действия, достоинства и недостатки.</p> <p>99. Пропорционально-интегральный регулятор: формула закона управления, принцип действия, достоинства и недостатки.</p> <p>100. Пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор: формула закона управления, принцип действия, достоинства и недостатки.</p> <p>101. Что является отличительной особенностью интегрального регулятора?</p> <p>102. Что является отличительной особенностью пропорционального регулятора?</p> <p>103. Что технически представляет собой ПИ-регулятор?</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>104. К чему приводит наличие дифференциальной части в ПИД-регуляторе?</p> <p>105. Основные прямые показатели качества переходного процесса (пояснить на примере графика переходного процесса).</p> <p>106. Этапы проектирования системы управления</p> <p>107. Типы схем автоматизации</p> <p>108. Методика составления функциональной схемы автоматизации.</p> <p>109. Изображение технологических объектов на схемах автоматизации.</p> <p>110. Расположение приборов в прямоугольнике средств автоматизации на функциональной схеме.</p> <p>111. Основные условные обозначения приборов и средств автоматизации (ГОСТ 21.208-2013).</p> <p>112. Условные цифровые обозначения трубопроводов (ГОСТ 2.784).</p> <p>113. Буквенные обозначения измеряемых физических величин и функциональных признаков средств измерений, регулирующих и исполнительных устройств (ГОСТ 21.208-2013).</p> <p><i>Пример теста по разделу «Метрологические характеристики контрольно-измерительных приборов»:</i></p> <p>1. Допустимая относительная погрешность измерения тока 7,5 А амперметром класса точности 1,5 с верхним пределом измерения 10 А составляет...</p> <p>а) 4%</p> <p>б) 2%</p> <p>в) 1%</p> <p>г) 3%</p> <p>2. Если необходимо контролировать напряжения с точностью до 0,1 В, то вольтметр следует выбирать с ценой деления .....В</p> <p>а) 0,1</p> <p>б) 0,01</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>в) 0,05</p> <p>г) 1,0</p> <p>3. Если при поверке амперметра с пределом измерения 5 А в точках 1, 2, 3, 4, 5 А получили следующие показания образцового прибора соответственно 0,95; 2,07; 3,05; 4,08; 4,95; то класс точности амперметра равен:</p> <p>а) 2,5</p> <p>б) 1,5</p> <p>в) 1,0</p> <p>г) 0,5</p> <p>4. Измерения напряжения и силы тока амперметром и вольтметром называются</p> <p>а) совместные</p> <p>б) совокупные</p> <p>в) косвенные</p> <p>г) прямые</p> <p>5. Неточность градуировки прибора является источником ... погрешности</p> <p>а) динамической</p> <p>б) инструментальной</p> <p>в) методической</p> <p>г) субъективной</p> <p>6. Поверка, при которой определяют метрологические характеристики средства измерений, присущие ему как единому целому, называют... поверкой СИ</p> <p>а) инспекционной</p> <p>б) внеочередной</p> <p>в) первичной</p> <p>г) комплексной</p> <p>7. В системе СИ количество вещества обозначается....</p> <p>а) L</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>б) Q</p> <p>в) N</p> <p>г) J</p> <p>8. Для измерения тока 7 А с относительной погрешностью 2% следует выбрать амперметр с пределом измерения 10 А и класса точности...</p> <p>а) 0,5</p> <p>б) 1</p> <p>в) 1,5</p> <p>г) 2,5</p> <p>9. Если наибольшая абсолютная погрешность при измерении напряжения милливольтметром с пределом измерения 100 мВ при измерении напряжения 20 мВ составляет 1,2 мВ, то класс точности прибора равен</p> <p>а) 1,0</p> <p>б) 0,5</p> <p>в) 1,5</p> <p>г) 0,05</p> <p>10. Разность показаний прибора в одной и той же точке диапазона измерений при плавном подходе к этой точке со стороны меньших и больших значений измеряемой величины</p> <p>а) вариация показаний</p> <p>б) чувствительность</p> <p>в) градуировочная характеристика</p> <p>г) порог чувствительности</p> <p>11. Измерительный прибор (датчике), выходным сигналом которого является ЭДС, функционально связанная с измеряемой величиной называется</p> <p>а) цифровые</p> <p>б) аналоговые</p> <p>в) генераторные</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>г) параметрические</p> <p>12. Физическая величина, входящая в систему величин и определяемая через основные величины этой системы, называется</p> <p>а) логарифмические</p> <p>б) относительные</p> <p>в) производные</p> <p>г) дополнительные</p> <p>13. Модульный принцип конструирования систем – результат развития...</p> <p>а) симплификации</p> <p>б) унификации</p> <p>в) типизации</p> <p>г) агрегатирования</p> <p>14. Мультиметр при измерении электрической емкости класса точности 2/1 на диапазоне до 2 мкФ показывает 0,8 мкФ. Предел допускаемой относительной погрешности прибора равен:</p> <p>а) 0,5 %</p> <p>б) 0,3 %</p> <p>в) 0,4 %</p> <p>г) 0,35 %</p> <p>15. Результат обработки многократных измерений тока <math>I = 5,457</math> мА и <math>\Delta = 0,8141</math> мА примет вид:</p> <p>а) <math>5 \pm 1</math> мА</p> <p>б) <math>5,4 \pm 0,8</math> мА</p> <p>в) <math>5,5 \pm 0,8</math> мА</p> <p>г) <math>5,46 \pm 0,81</math> мА</p> <p>16. Совокупными называются измерения</p> <p>а) основанные на известной зависимости между искомой и измеряемой величиной</p> <p>б) нескольких одноименных величин, значения которых находят решением системы уравнений</p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>в) двух или более разноименных величин для нахождения зависимости между ними</p> <p>г) результат которых получается непосредственно из измеряемой величины</p> <p>17. Составляющая погрешности средства измерения, не зависящая от значения измеряемой величины называют</p> <p>а) аддитивной</p> <p>б) мультипликативной</p> <p>в) инструментальной</p> <p>г) случайной</p> <p>18. Качество измерения определяется величиной .... погрешности</p> <p>а) абсолютной</p> <p>б) относительной</p> <p>в) приведенной</p> <p>г) систематической</p> <p>19. Методы и средства поверки средств измерения являются основными объектами</p> <p>а) теоретической метрологии</p> <p>б) законодательной метрологии</p> <p>в) государственной системы обеспечения единства измерений</p> <p>г) государственной метрологической службы</p> <p>20. Теоретической базой современной стандартизации является принцип....</p> <p>а) предпочтительности</p> <p>б) системности</p> <p>в) прогрессивности</p> <p>г) оптимизации</p> <p>21. Допустимая относительная погрешность измерения тока 7,5 А амперметром класса точности 1,5 с верхним пределом измерения 10</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>А составляет...</p> <p>а) 4%</p> <p>б) 2%</p> <p>в) 1%</p> <p>г) 3%</p> <p>22. При измерении падения напряжения вольтметр показывает 36 В. СКО показаний 0,5 В. Погрешность от подключения вольтметра в сеть –1 В. Доверительные границы для истинного значения падения напряжения с вероятностью <math>P=0,95</math> (<math>t_p=1,96</math>) можно записать ...</p> <p>а) <math>35,5 \text{ В} \leq U \leq 36,5 \text{ В}</math>, <math>P=0,95</math></p> <p>б) <math>35 \text{ В} \leq U \leq 37 \text{ В}</math>, <math>t_p = 1,96</math></p> <p>в) <math>35 \text{ В} \leq U \leq 37 \text{ В}</math>, <math>P=0,95</math></p> <p>г) <math>36 \text{ В} \leq U \leq 38 \text{ В}</math>, <math>P=0,95</math></p> <p>23. Если необходимо контролировать напряжения с точностью до 0,1 В, то вольтметр следует выбрать с ценой деления .....В</p> <p>а) 0,1</p> <p>б) 0,01</p> <p>в) 0,05</p> <p>г) 1,0</p> <p><i>Пример теста по разделу «Методы и средства измерения параметров технологического процесса»:</i></p> <p>1. В каком случае поправка при измерении температуры пирометрами будет меньше?</p> <p>а) если степень черноты измеряемого объекта ближе к степени черноты а.ч.т.;</p> <p>б) если степень черноты измеряемого объекта стремится к 0;</p> <p>в) если измеряемая температура ниже нуля;</p> <p>г) поправка зависит от вида пирометра</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>2. В каких случаях применяются пирометры?</p> <p>а) при измерении высоких температур;      в) при измерении температуры движущихся объектов;</p> <p>б) при измерении низких температур      г) когда необходимо обеспечить высокую точность</p> <p>3. Что относится к первичным датчикам?</p> <p>а) сужающее устройство;      в) милливольтметр;</p> <p>б) Диск-250      г) пирометр</p> <p>4. Какая модификация Метрана будет измерять избыточное давление давлений</p> <p>а) ДГ      б) ДИ      в) ДИВ      г) ДД</p> <p>5. С помощью какой формулы определить коэффициент тензочувствительности <math>K_T</math>:</p> <p>а) <math>K_T = \Delta l/l</math>      в) <math>K_T = (\Delta R/R) \cdot (\Delta l/l)</math>      <math>l, R</math> – начальные длина и сопротивление;</p> <p>б) <math>K_T = \frac{\Delta R/E}{\Delta l/l}</math>      г) <math>K_T = \frac{\Delta l/l}{\Delta R/R}</math>      <math>\Delta l, \Delta R</math> – относительные приращения</p> <p>6. Какие чувствительные элементы относятся к деформационным</p> <p>а) мембрана      в) тензодатчик</p> <p>б) сильфон      г) пьезокристаллы</p> <p>7. Сила давления не изменяется, а площадь увеличивается. Как изменится давление?</p> <p>а) увеличится      б)      в) не</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p style="text-align: right;">уменьшится      изменится</p> <p>8. Из каких материалов выполняют металлические термометры сопротивления?</p> <p>а) медь                      б) платина                      в) вольфрам г) марганец</p> <p>9. Для термопар каких градуировок не применяют компенсационные провода?</p> <p>а) МК      б) ВР      в) ПР      г) ПП</p> <p>10. Сколько тензорезисторов устанавливают в преобразователе типа Метран:</p> <p>а) 1              б) 2              в) 3              г) 4</p> <p>11. В локационных уровнемерах мерой уровня измеряемой среды является</p> <p>а) время прохождения сигнала от источника до приёмника      в) угол отражения сигнала</p> <p>б) степень ослабления сигнала      г) скорость прохождения сигнала</p> <p>12. Температура в печи измеряется с помощью термопары, измерительный прибор показывает 1000°C. Какая действительная температура в печи, если температура окружающей среды 100°C:</p> <p>а) 1000 °C                      в) 900 °C б) 1100 °C                      г) 980 °C</p> <p>13. Какой метод измерения уровня жидкости нельзя применять для очень вязких жидкостей?</p> <p>а) пьезометрический продувкой воздухом      в) ёмкостный</p> <p>б) пьезометрический, с помощью манометра      г) оптический</p> <p>14. Какой принцип действия и датчиков Метран – 150</p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>манометры МЭД</p> <p>б) грузопоршневые г) дифманометры</p> <p><i>Пример вопросов теста по разделу «Основы управления химико-технологическими процессами»:</i></p> <p>1. Устройство, которое служит для поддержания величины на заданном уровне или для ее изменения по заданному закону это:</p> <p>а) устройство автоматического контроля</p> <p>б) устройство автоматического регулирования</p> <p>в) устройство автоматического управления</p> <p>2. Автоматическая система, поддерживающая значение управляемой величины постоянным называется:</p> <p>а) стабилизирующая</p> <p>б) программная</p> <p>в) следящая</p> <p>3. Принцип управления, основанный на использовании информации о результатах управления:</p> <p>а) по отклонению</p> <p>б) по возмущению</p> <p>в) адаптивный</p> <p>4. Что называют законом регулирования?</p> <p>а) функциональную связь между входной и выходной величинами регулятора</p> <p>б) список правил, определяющий поведение системы управления в целом</p> <p>в) функциональную связь между управляющим воздействием и регулируемой величиной объекта управления</p> <p>г) способ формирования входного и выходного сигнала регулятора</p>

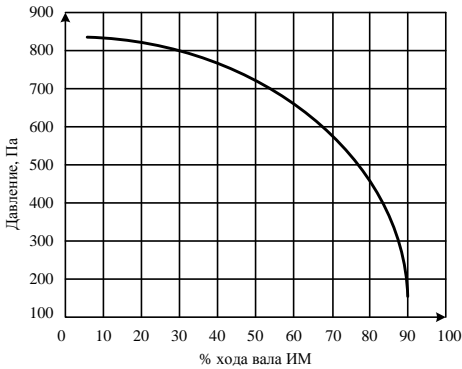
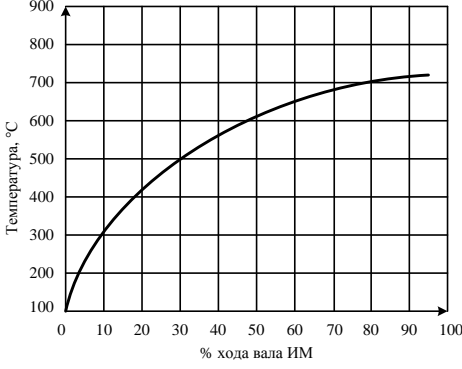
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>5. По каким характеристикам контура регулирования должны определяться динамические параметры настройки регулятора?</p> <p>а) по статическим и динамическим характеристикам объекта управления</p> <p>б) по техническим характеристикам исполнительного устройства</p> <p>в) по точностным характеристикам канала измерения</p> <p>г) в соответствие со структурой контура регулирования</p> <p>6. Какой физический смысл имеет коэффициент интегрирования (коэффициент передачи) в интегральном регуляторе?</p> <p>а) определяет величину скорости изменения выходной величины регулятора, приходящейся на единицу отклонения регулируемого параметра от задания</p> <p>б) определяет время, за которое выходной сигнал регулятора достигнет величины, равной величине регулируемого параметра</p> <p>в) определяет величину выходного сигнала регулятора, которая установится при подаче на вход постоянной величины рассогласования</p> <p>г) определяет величину времени, за которое выходной сигнал регулятора под действием пропорциональной части удвоится интегральной частью</p> <p>7. Какие типы регуляторов имеют только один параметр настройки?</p> <p>а) П-регулятор</p> <p>б) И-регулятор</p> <p>в) ПИ-регулятор</p> <p>г) ПД-регулятор</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>д) ПИД-регулятор</p> <p>8. Какой физический смысл имеет настроечный параметр П-регулятора – коэффициент передачи <math>K_p</math>?</p> <p>а) определяет величину изменения выходного сигнала, приходящегося на единицу отклонения регулируемого параметра от задания</p> <p>б) определяет величину времени, за которое выходной сигнал регулятора под действием пропорциональной части удвоится интегральной частью</p> <p>в) определяет величину скорости изменения выходной величины регулятора, приходящейся на единицу отклонения регулируемого параметра от задания</p> <p>г) определяет время, за которое выходной сигнал регулятора достигнет величины, равной величине регулируемого параметра</p> <p>9. Какие характеристики объекта управления необходимо знать, чтобы определить требуемые параметры настройки регулятора для получения наилучших показателей переходного процесса в процессе регулирования?</p> <p>а) статические</p> <p>б) динамические</p> <p>в) точностные</p> <p>г) метрологические</p> <p>д) скоростные</p> <p>е) качественные</p> <p>10. Чем определяется эффективность работы регулирующего контура при выбранном законе регулирования?</p> <p>а) значениями параметров динамической настройки регулятора</p> <p>б) точностью измерений регулируемого параметра</p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства					
		<p>в) типом исполнительного устройства</p> <p>г) наличием возможности контроля переходных процессов в контуре регулирования</p> <p>11. Какой тип регулятора характеризуется наличием статической (установившейся) ошибкой регулирования при постоянной величине задания контура?</p> <p>а) П-регулятор</p> <p>б) И-регулятор</p> <p>в) ПИ-регулятор</p> <p>г) ПИД-регулятор</p> <p>12. Что необходимо знать об объекте управления, чтобы выбрать тип регулятора?</p> <p>а) инерционность объекта</p> <p>б) время запаздывания объекта</p> <p>в) коэффициент передачи</p> <p>г) режимы эксплуатации и технического обслуживания объекта</p> <p>д) место установки и тип средства измерения</p> <p>е) технологические характеристики объекта</p> <p><b>Практические задания:</b></p> <p>1. Рабочий спай термопары ТХА находится в измеряемой среде, температура которой равна 1200 °С, а температура окружающей среды равна 75 °С. Что покажет измерительный прибор, если поправку на температуру окружающей среды не вводить?</p> <p>2. Манометр с диапазоном измерений от 0 до 6,3 МПа поверяли с помощью эталонного СИ в четырех поверяемых точках:</p> <table border="1" data-bbox="807 2036 1492 2116"> <tr> <td data-bbox="807 2036 1129 2116">Поверяемая точка,</td> <td data-bbox="1129 2036 1208 2116">0</td> <td data-bbox="1208 2036 1302 2116">2</td> <td data-bbox="1302 2036 1396 2116">4</td> <td data-bbox="1396 2036 1492 2116">6</td> </tr> </table>	Поверяемая точка,	0	2	4	6
Поверяемая точка,	0	2	4	6			

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства										
		<table border="1" data-bbox="807 322 1489 539"> <tr> <td data-bbox="807 322 1129 405">МПа:</td> <td data-bbox="1129 322 1209 405"></td> <td data-bbox="1209 322 1302 405"></td> <td data-bbox="1302 322 1394 405"></td> <td data-bbox="1394 322 1489 405"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="807 405 1129 539">Значение эталонного манометра, МПа:</td> <td data-bbox="1129 405 1209 539">0,1</td> <td data-bbox="1209 405 1302 539">2,07</td> <td data-bbox="1302 405 1394 539">3,99</td> <td data-bbox="1394 405 1489 539">6,05</td> </tr> </table> <p data-bbox="807 546 1489 712">Необходимо рассчитать абсолютную, относительную и приведенную погрешности для каждой поверяемой точки термометра и определить его класс точности.</p> <ol data-bbox="756 741 1489 2123" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="756 741 1489 958">3. Температура измеряется оптическим пирометром. Пирометр показывает температуру 1100 0С. Определить действительную температуру и погрешность измерения, если коэффициент теплового излучения <math>\varepsilon = 0,75</math>, длина волны пирометра <math>\lambda = 0,65</math> мкм</li> <li data-bbox="756 965 1489 1151">4. Оценить погрешность измерения температуры методом спектрального отношения. Цветовая температура 1247 0С, с коэффициентом теплового излучения <math>\varepsilon_1 = 0,358</math> при <math>\lambda_1 = 0,65</math> мкм и <math>\varepsilon_2 = 0,39</math> при <math>\lambda_2 = 0,45</math> мкм</li> <li data-bbox="756 1158 1489 1301">5. Оценить погрешность измерения температуры радиационным методом. Радиационная температура 1627 0С, с коэффициентом теплового излучения <math>\varepsilon = 0,38</math></li> <li data-bbox="756 1308 1489 1451">6. Класс точности расходомера 0,2, диапазон показаний от 0 до 800 м<sup>3</sup>/ч. Определить допустимую погрешность СИ в единицах измерения.</li> <li data-bbox="756 1458 1489 1742">7. Измерение давления производилось манометром с пределами измерения 0 – 6,3 МПа и токовым выходным сигналом 0 – 5 мА, к.т. 0,5. Характеристика преобразователя давления линейная. При измерении давления выходной сигнал составил 3,72 мА. Необходимо определить величину измеряемого давления и чувствительность средства измерения.</li> <li data-bbox="756 1749 1489 2002">8. При измерении температуры термометром сопротивления градуировки 50М с классом допуска В электрическое сопротивление ТС составило 75,52 Ом. По номинальной статической характеристике определить измеряемую температуру и максимально допустимое отклонение от НСХ.</li> <li data-bbox="756 2009 1489 2123">9. Построить зависимость <math>R_t = f(t)</math> для термометра сопротивления <math>R_t = R_0(1 + \alpha \cdot t)</math>, где <math>\alpha = 4,28 \cdot 10^{-3}</math>, <math>R_0 = 50</math> Ом; температуру взять максимальную.</li> </ol>	МПа:					Значение эталонного манометра, МПа:	0,1	2,07	3,99	6,05
МПа:												
Значение эталонного манометра, МПа:	0,1	2,07	3,99	6,05								

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>10. Нарисовать структурную схему типовой системы автоматического регулирования химико-технологическим процессом и пояснить назначение ее основных элементов.</p> <p>11. Построить структурную схему замкнутой системы автоматического регулирования с одной регулируемой величиной.</p> <p>12. Построить структурную схему разомкнутой системы автоматического регулирования с одной регулируемой величиной.</p> <p>13. Построить структурную схему САР по каналу возмущающего воздействия</p> <p>14. По заданной статической характеристике объекта управления определить зависимость коэффициента передачи объекта управления от входного воздействия.</p> <div style="text-align: center;">  <p>График зависимости давления от хода вала ИМ. Ось Y: Давление, Па (100-900). Ось X: % хода вала ИМ (0-100). Кривая убывает от ~850 Па при 0% до ~150 Па при 90%.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>График зависимости температуры от хода вала ИМ. Ось Y: Температура, °C (100-900). Ось X: % хода вала ИМ (0-100). Кривая возрастает от 100°C при 0% до ~720°C при 90%.</p> </div>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<div data-bbox="810 331 1366 763"> <p>Температура, °С</p> <p>Расход воздуха, <math>\times 10^3 \text{ м}^3/\text{ч}</math></p> </div> <div data-bbox="817 779 1353 1205"> <p>Уровень, мм</p> <p>% хода вала ИМ</p> </div> <p data-bbox="756 1256 1485 1361">15. По заданной кривой разгона статического объекта управления определить динамические параметры объекта управления.</p> <div data-bbox="810 1368 1342 1688"> <p>Выход, Z</p> <p>Время, с</p> </div> <p data-bbox="756 1695 1485 1800">16. По заданной кривой разгона астатического объекта управления определить время запаздывания.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<div data-bbox="820 344 1358 741" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="756 763 1485 1016">17. Для объекта управления характерны следующие параметры: коэффициент передачи 2,5 усл. единиц/% хода ИМ; постоянная времени 35 секунд, время запаздывания 10 секунд. Определить с помощью инженерных методов расчета параметры настройки П, И, ПИ и ПИД-регуляторов.</p> <p data-bbox="756 1016 1485 1128">18. По заданному переходному процессу в системе управления определить прямые показатели качества системы управления.</p> <div data-bbox="820 1137 1321 1514" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="820 1532 1342 1921" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="756 1957 1485 2069">19. Расшифровать графическое и буквенное обозначение функциональных признаков заданных приборов.</p> <div data-bbox="804 2069 1257 2145" data-label="Image"> </div>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>20. Расшифровать цифровое обозначение трубопроводов.</p> <p>21. Описать работу заданного локального контура управления технологическим параметром:</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<div style="text-align: center;"> </div> <p>22.</p> <p>23. Разработать систему управления паро-жидкостным теплообменником (структурная и функциональная схема автоматизации, спецификация используемого оборудования, техническое описание работы системы управления)</p> <p>24. Разработать систему управления ректификационной установкой (структурная и функциональная схема автоматизации, спецификация используемого оборудования, техническое описание работы системы управления)</p> <p>25. Разработать систему управления процессом рекуперации метанола (структурная и функциональная схема автоматизации, спецификация используемого оборудования, техническое описание работы системы управления)</p> <p>26. Разработать систему управления реактором непрерывного действия с мешалкой (структурная и функциональная схема автоматизации, спецификация используемого оборудования, техническое описание работы системы управления)</p> <p>27. Разработать систему управления величиной pH (структурная и функциональная схема автоматизации, спецификация используемого оборудования, техническое описание работы системы управления)</p> <p>28. Разработать систему управления давлением в колонне отводом инертных газов из флегмовой</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>емкости (структурная и функциональная схема автоматизации, спецификация используемого оборудования, техническое описание работы системы управления)</p> <p>29. Разработать систему управления ректификационной колонной для выделения изопентана (структурная и функциональная схема автоматизации, спецификация используемого оборудования, техническое описание работы системы управления)</p> <p>30. Разработать систему управления двухкорпусной выпарной установкой (структурная и функциональная схема автоматизации, спецификация используемого оборудования, техническое описание работы системы управления)</p> <p>31. Разработать систему управления абсорбционной установкой (структурная и функциональная схема автоматизации, спецификация используемого оборудования, техническое описание работы системы управления)</p> <p>Разработать систему управления сепаратором (структурная и функциональная схема автоматизации, спецификация используемого оборудования, техническое описание работы системы управления)</p>



**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Показатели и критерии оценивания зачета:

Оценка	Критерии
Зачтено	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Усвоено основное содержание материала в объеме программы, сформированы систематические знания об основных задачах в области профессиональной и социальной сферы, стоящие перед магистром при выполнении им профессиональной деятельности в области управления химико-технологическими процессами.</li><li>2. В основном правильно раскрыты методы математического моделирования объектов и систем автоматизации технологических процессов, стандартные средства автоматизации, измерительной и вычислительной техники.</li><li>3. Сформированы практические навыки математического моделирования объектов и систем автоматизации технологических процессов, а также навыки разработки систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием, позволяющие использовать полученные теоретические знания для практического решения задач управления химико-технологическими процессами.</li><li>4. Продемонстрировано умение на основе анализа показателей качества работы локальных систем автоматизации технологических процессов производить их настройку в соответствии с техническими требованиями, а также умение составлять структурные, функциональные и принципиальные схемы систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием</li></ol>
Не зачтено	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Отсутствуют систематические знания об основных задачах в области профессиональной и социальной сферы, стоящие перед магистром при выполнении им профессиональной деятельности в области управления химико-технологическими процессами.</li><li>2. Допущены грубые ошибки в определениях методов математического моделирования объектов и систем автоматизации технологических процессов, при перечислении стандартных средств автоматизации, измерительной и вычислительной техники.</li><li>3. Отсутствуют практические навыки математического моделирования объектов и систем автоматизации технологических</li></ol>

процессов, а также навыки разработки систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием, позволяющие использовать полученные теоретические знания для практического решения задач управления химико-технологическими процессами.

4. Допущены грубые ошибки при производстве настройки локальных систем автоматизации технологических процессов на основе анализа показателей качества их работы, а также грубые ошибки при составлении структурных, функциональных и принципиальных схем систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием.

## Методические указания к выполнению практических работ

### *Практическая работа №1*

#### Знакомство с программной средой Scilab

**Цель работы:** построение простых лабораторных стендов в программе Scilab и проверка их работоспособности.

#### *1. Запуск программы Scilab*

Запустить программу Scilab можно двойным щелчком по файлу Scilab.exe (файл находится на рабочем столе).

Окна программы и настоящих методических указаний целесообразно расположить одно над другим. При необходимости каждое из окон можно развернуть на весь экран. Выполняя работу, полезно вначале прочитать отдельный раздел задания методических указаний, развернув их окно на полный экран. Это позволит помнить и чувствовать цель и задачи раздела, охватить его в общем. Затем можно выполнять требуемые действия, расположив в верхней части экрана окно программы Scilab, а в нижней части – окно методических указаний с некоторым перекрытием, что упростит переход из одного окна к другому.

##### *1. Создание, настройка и испытание простого виртуального лабораторного стенда*

Поместить на рабочий стол генератор синусоиды (sinusoid) и осциллограф (plot).

Для этого в меню программы выбрать Blocks (Блоки) → Signal Producer (Генераторы сигналов) → sinusoid (генератор синусоидального сигнала), поместить генератор в нужное место рабочего стола, в верхней его левой части, а затем выбрать Blocks → Signal Consumer (Индикаторы сигналов) → plot (осциллограф, график) и поместить осциллограф правее генератора.

Подключить генератор синусоиды к осциллографу: нажав у выхода генератора, когда курсор примет вид вертикальной стрелки, и удерживая левую кнопку мыши, подтянуть соединительную линию к входу осциллографа и отпустить кнопку. Повторим, что линия создается, если в момент нажатия кнопки мыши курсор установлен вблизи выхода блока так, что приобретает вид вертикальной стрелки.

Запустить программу на выполнение: щелчком по кнопке "Пуск" с зеленым треугольником или выбрать в меню Simulate → **Go** (Моделировать - Пуск). На осциллографе появится график начальной части синусоиды, а оси автоматически приобретут градуировку:

##### *2. Исследование генераторов постоянного сигнала*

Добавить на рабочее пространство блоки: генератор постоянного сигнала constant (константа) и регулируемый генератор постоянного сигнала slider (ползунок) (Blocks → Signal Producer → ...) и подключить их к осциллографу.

Эти блоки отличаются тем, что выходной сигнал первого нельзя изменять, когда модель запущена в работу, а второго – можно, перемещая движок с помощью мыши. Т.о. "ползунок" позволяет исследователю вмешиваться в ход работы модели в процессе ее функционирования. До запуска модели можно менять величины выходных сигналов у обоих генераторов.

Запустить модель на счет. Поэкспериментировать, изменяя значения выходного сигнала генератора константы constant, величину и пределы изменения выходного сигнала регулируемого генератора постоянного сигнала слайдера ("ползунка"), и наблюдая за изменением показаний осциллографа при повторных запусках процесса моделирования. Для изменения пределов выходного сигнала слайдера следует щелкнуть по нему дважды левой (или один раз правой) кнопкой мыши и в появившемся окне ввести значения верхней границы диапазона Upper Bound и нижней Lower Bound. Эти значения не обязательно должны быть равными по величине. Уменьшение диапазона выходного сигнала "ползунка" упрощает точную установку малых значений его выходного сигнала.

### **3. Знакомство с цифровым индикатором и стрелочным прибором**

Поместить на рабочее пространство стрелочный прибор meter и цифровой индикатор display: Blocks → Signal Consumer → meter (или display). Вынести регулируемый генератор постоянного сигнала (Blocks → Signal Producer → slider) и подключить стрелочный прибор и цифровой индикатор к выходу этого генератора.

Изменить предел измерений стрелочного прибора, так чтобы он мог измерить выходной сигнал слайдера, величиной 32 единицы: Upper Bound (Верхний предел) установить равным 100. Для этого, дважды щелкнуть по блоку "ползунка" (slider). Подписать название единиц измерения Axis Label (значения шкалы измерений): Напряжение, В, а также название стрелочного прибора в поле ввода Window Title (Заголовок окна): Вольтметр.

Растянуть окно стрелочного прибора для повышения точности чтения его показаний. Запустить на счет. Изменять значение выходного сигнала генератора, каждый раз запуская моделирование. Оценить точность чтения показаний цифровым индикатором и стрелочным прибором.

Отчет должен содержать:

- титульный лист;
- цель и задачи работы;
- краткие сведения о программе VisSim;
- диаграммы;
- выводы.

## ***Практическая работа №2***

### **Моделирование типовых элементарных звеньев линейных систем в программной среде Scilab**

**Цель работы:** построение моделей типовых звеньев линейных САП в программе Scilab и исследование временных характеристик этих моделей.

#### ***1. Моделирование аperiodического звена***

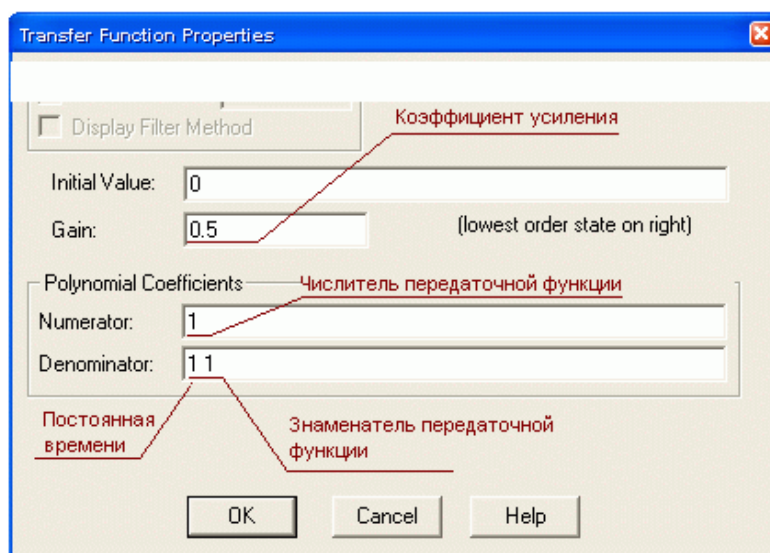
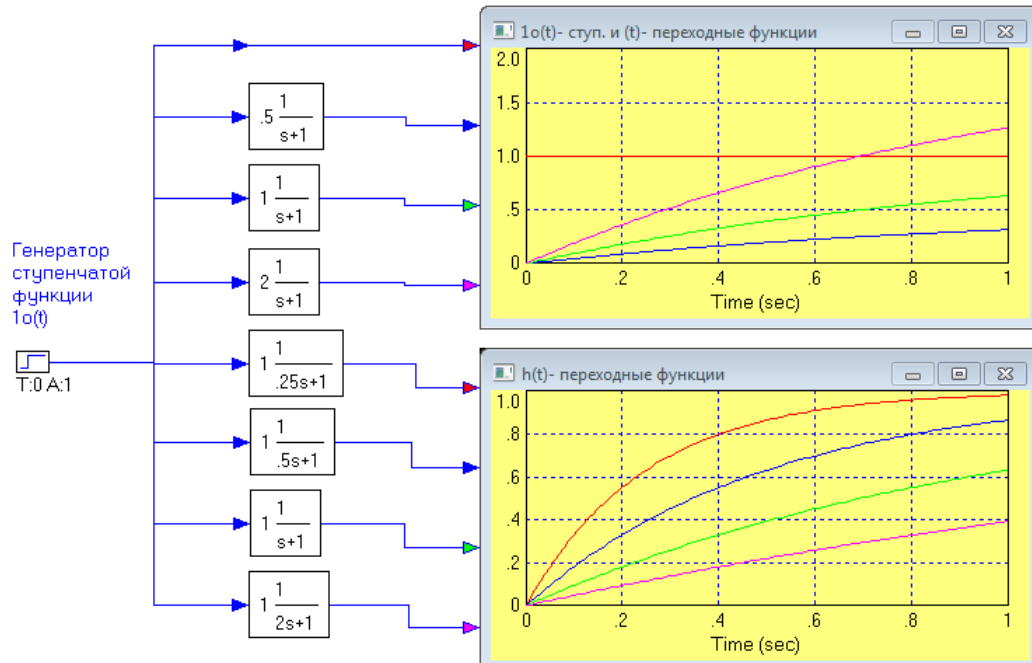
Построим в программе Scilab виртуальный лабораторный стенд для исследования модели аperiodического звена. Для этого нужно произвести следующие действия.

Вынести на рабочее поле Scilab генератор step ступенчатого сигнала (Blocks – Signal Producer - step), и осциллограф (Blocks – Signal Consumer – Plot), сделать надписи (Blocks – Annotation - label).

Аperiodическое звено создается вынесением на рабочее поле блока transferFunction (Blocks – Linear System - transferFunction) и заданием его параметров.

Одновременно можно исследовать семь экземпляров звена с разными параметрами. В русской литературе аргумент передаточной функции обозначается как  $p$ , а в англо-американской как  $s$ .

Параметры аperiodического звена задаются в окне диалога, появляющегося при двойным щелчке по блоку transferFunction.



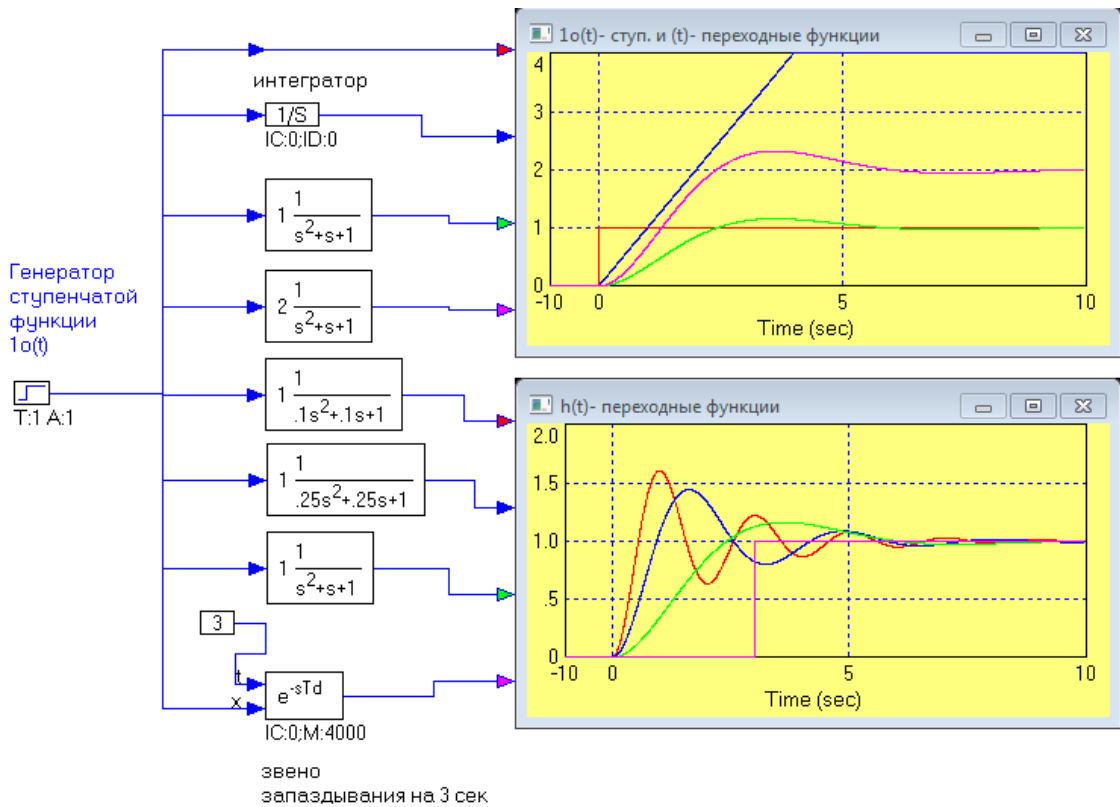
## 2. Моделирование интегратора, колебательного звена и звена запаздывания

Построим в программе Scilab виртуальный лабораторный стенд для проверки работоспособности интегратора, колебательного звена и звена запаздывания.

Для этого нужно вынести на рабочее поле Vissim'a генератор step ступенчатого сигнала (Blocks – Signal Producer - step), интегратор (Blocks – Integration - Integrator), осциллограф (Blocks – Signal Consumer – Plot), сделать надписи (Blocks – Annotation - label)

Колебательное звено создается вынесением на рабочее поле блока Передаточная функция - transferFunction (Blocks – Linear System - transferFunction) и заданием его параметров.

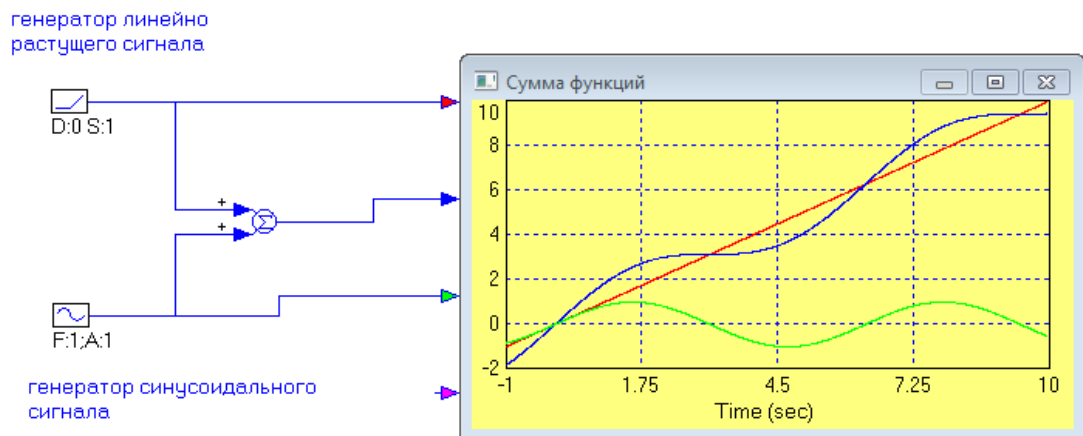
Звено запаздывания выносится на рабочее поле из пункта меню (Blocks – Time Delay - timeDelay), блок константы – из (Blocks – Signal Producer - const). Величина задержки сигнала в звене запаздывания определяется величиной сигнала, подаваемого на его верхний вход t через константу. Задерживаемый сигнал подается на нижний вход x звена.



### 3. Исследование сумматора

Построим в программе Scilab виртуальный лабораторный стенд для исследования модели сумматора.

Сумматор выносится на рабочее поле из меню Blocks – Arithmetic – SummingJunction. Генераторы линейно растущего сигнала (ramp) и синусоидального (sinusoid) выносятся из меню Blocks – Signal Producer.



Сумматор успевает складывать меняющиеся во времени сигналы, следовательно, он обладает малой инерционностью

Для исследования работы сумматора нужно увеличить частоту генератора синусоиды и скорость роста линейного напряжения и убедиться, что сумматор успевает суммировать и более быстрые сигналы.

Содержание отчета по работе:

1. Название и цель работы.
2. Краткое теоретическое введение, в котором описать типовые элементарные звенья, исследуемые в работе.
3. Диаграмма, моделирующая аperiodические звенья. На ней необходимо указать цифрами соответствие аperiodических звеньев и графиков (например, с

помощью программы Paint). Также необходимо определить постоянные времени и коэффициенты усиления данных звеньев. Установить влияние параметров апериодического звена на его переходную функцию.

4. Диаграмма, моделирующая интегратор, колебательное звено и звено запаздывания. На ней также необходимо указать цифрами соответствие звеньев и графиков. Установить влияние параметров колебательного звена на его переходную функцию.
5. Диаграмма, моделирующая работу сумматора. Сделать вывод о работе сумматора.

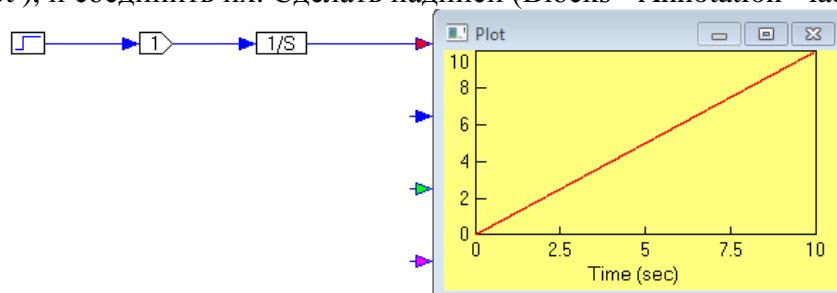
### *Практическая работа №3*

#### **Построение и изучение частотных характеристик**

**Цель работы:** исследование частотных характеристик типовых звеньев линейных САР.

#### **1. Исследование интегратора**

**Построить** самостоятельно модель виртуального стенда: вынести на рабочее поле Scilab генератор ступенчатого сигнала (Blocks - Signal Producer - step), усилитель (Blocks - Arithmetic - gain), интегратор (Blocks - Integration - Integrator) и осциллограф (Blocks - Signal Consumer - plot ), и соединить их. Сделать надписи (Blocks - Annotation - label).

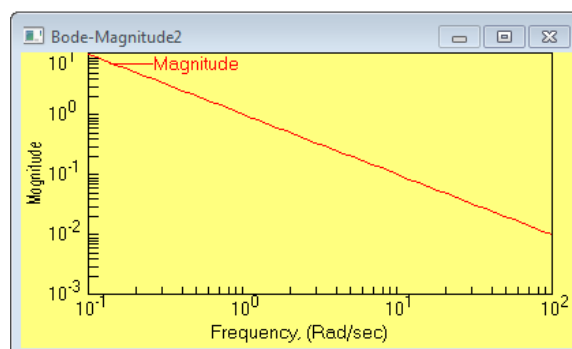


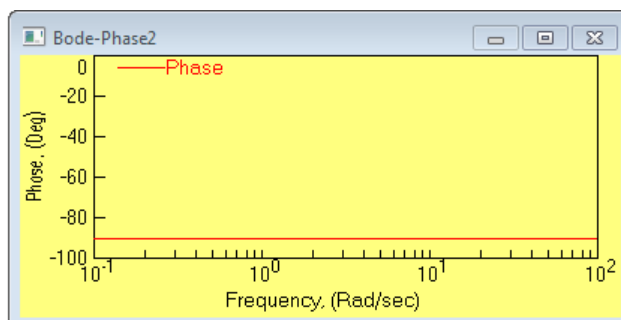
Запустить моделирование щелчком по кнопке с зеленым треугольником "Пуск (Go)" на панели инструментов Scilab.

Выделить фрагмент схемы с усилителем и интегратором, нажав левую кнопку мыши за его пределами и расширив рамку до включения в нее только этих блоков. Отпустить кнопку. Блоки станут черными.

В меню выбрать: Analyze (Анализируй) --> Frequency Response (Частотный отклик):

На рабочем пространстве появятся два графика, вычисленные Vissim'ом и представляющие собой ЛАЧХ и ЛФЧХ выделенного фрагмента схемы. Растянуть их и поместить друг под другом:

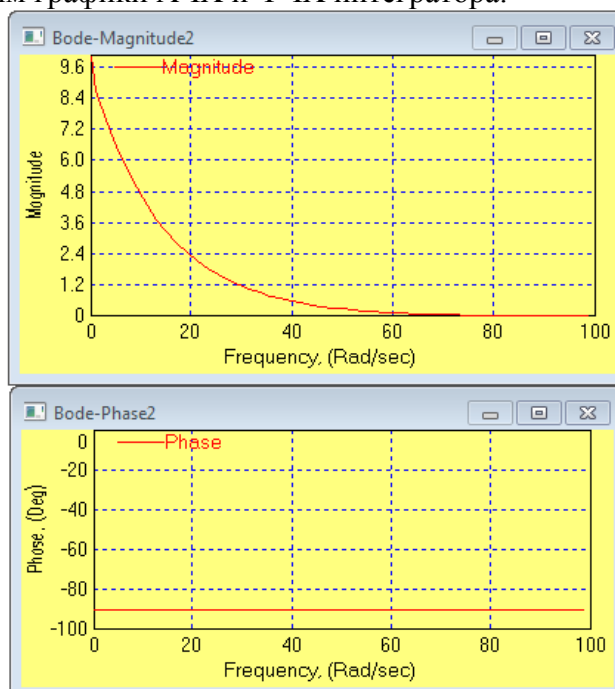




По умолчанию Scilab строит частотные характеристики в логарифмическом масштабе. Для того, чтобы получить АЧХ и ФЧХ в натуральном масштабе, необходимо снять флажки Log X и Log Y: навести курсор на центр графика plot --> двойной щелчок --> вкладка Options (Параметры), затем убрать нужные флажки.

Там же можно ввести сетки координат: Grid Lines (Сетка координат) - установить флажок. Нажать ОК.

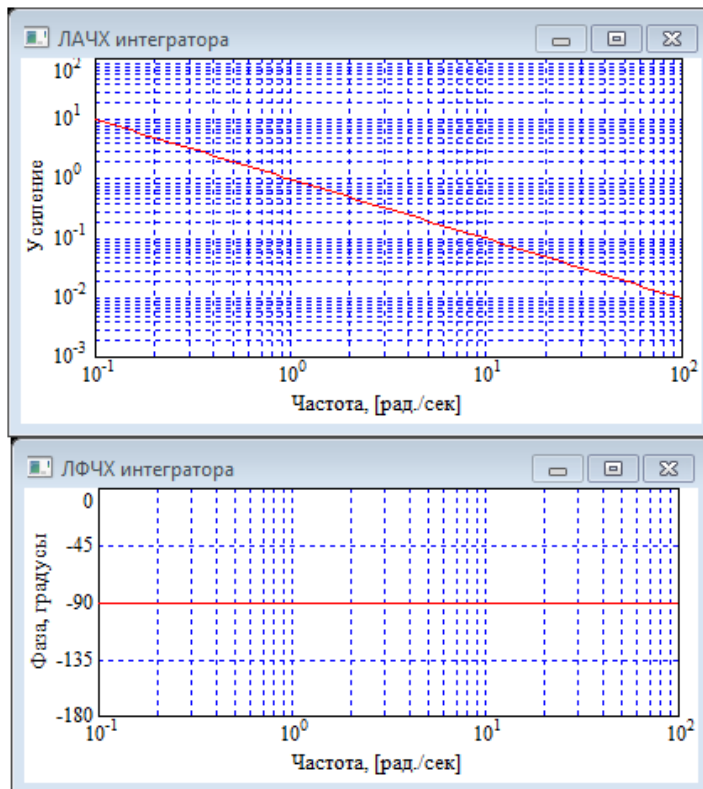
После этого получим графики АЧХ и ФЧХ интегратора:



Перед получением графиков логарифмических характеристик необходимо обязательно **сохранить графики АЧХ и ФЧХ** (скопировать в Word или в Paint).

Для получения графиков логарифмических характеристик из исходных графиков АЧХ и ФЧХ, необходимо установить флажки на логарифмирование осей координат в свойствах этих графиков: навести курсор на центр графика plot --> двойной щелчок --> вкладка Options (Параметры), поставить флажки Log X, Log Y и Decibel Y (для ЛАЧХ) и только один флажок Log X для ЛФЧХ. Затем нужно поменять название графиков.

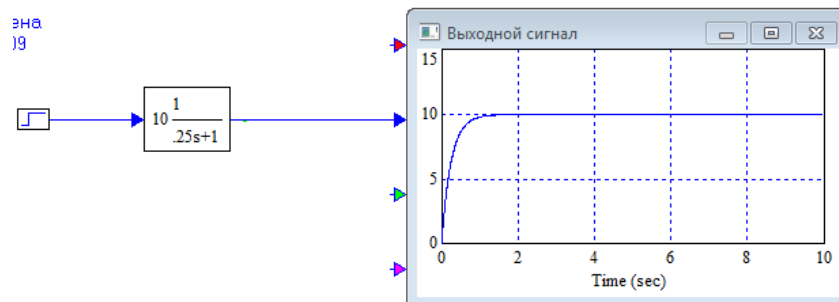


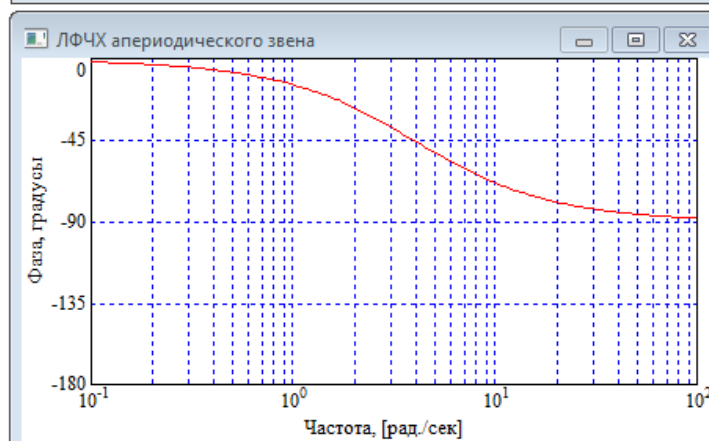
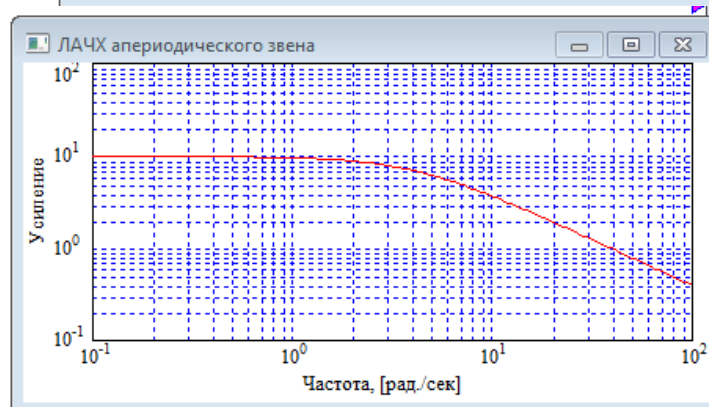
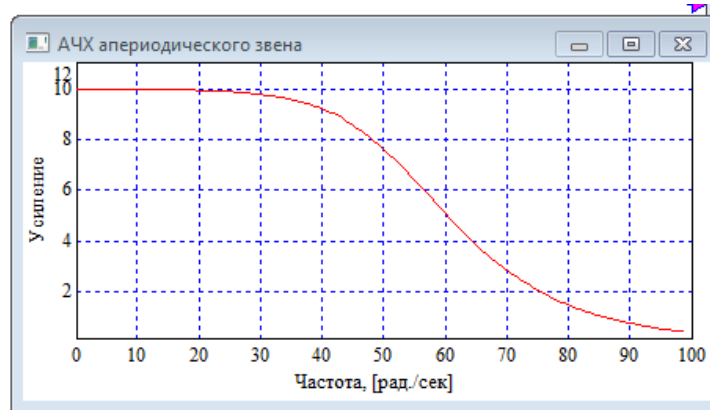


## 2. Исследование аperiodического звена

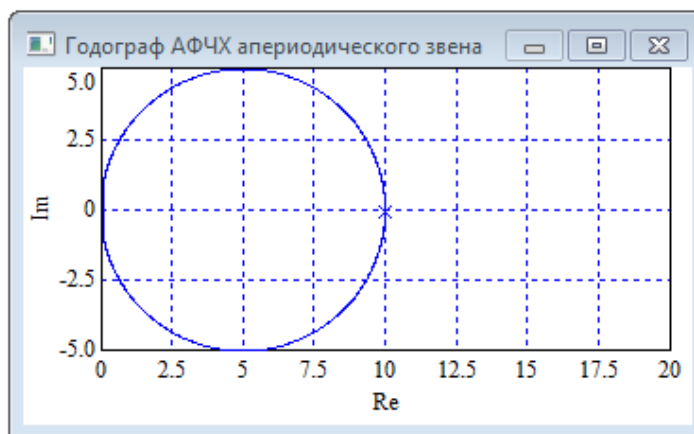
**Построить** самостоятельно модель виртуального стенда: вынести на рабочее поле Vissim'a генератор ступенчатого сигнала (Blocks - Signal Producer - step), аperiodическое звено (Blocks – Linear System - transferFunction) и осциллограф (Blocks - Signal Consumer - plot ), и соединить их. Сделать надписи (Blocks - Annotation - label).

На лабораторном стенде задать значения параметров аperiodического звена  $k = 10$ ,  $T = 0.25$  сек, выделить блок и вызвать ЛАЧХ и ЛФЧХ (Analyze – Frequency Response). Получить АЧХ, ФЧХ, оформить графики, сохранить. Затем получить ЛАЧХ и ЛФЧХ.





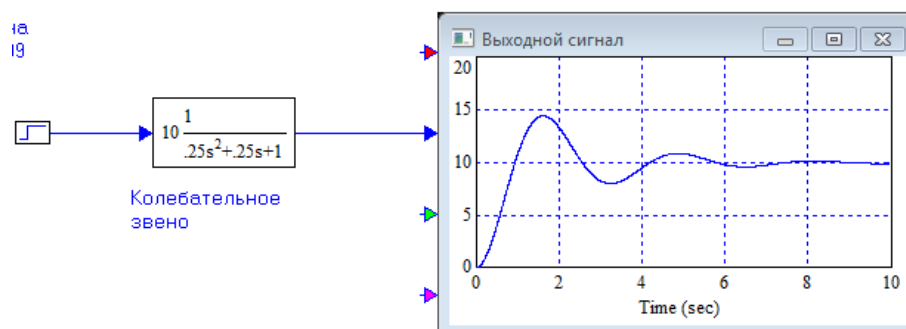
Для аperiodического звена можно получить годограф АФЧХ. Для построения годографа следует выделить элемент и **выбрать** в меню Analyze – Nyquist Response.

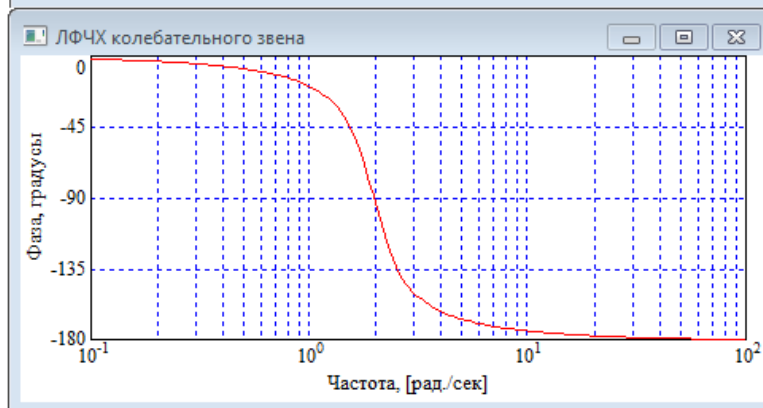
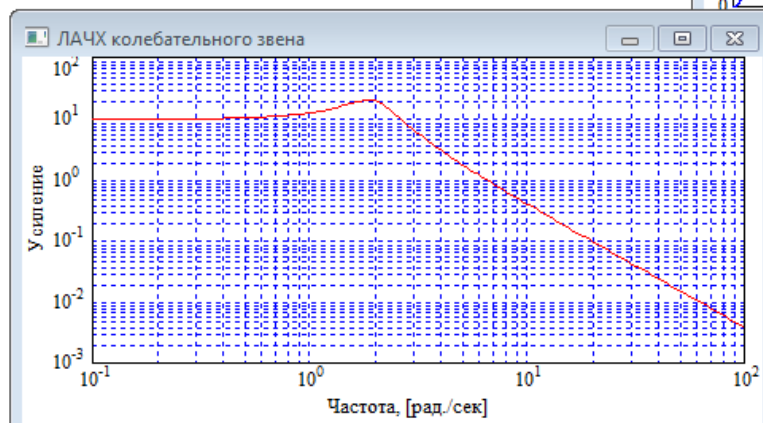
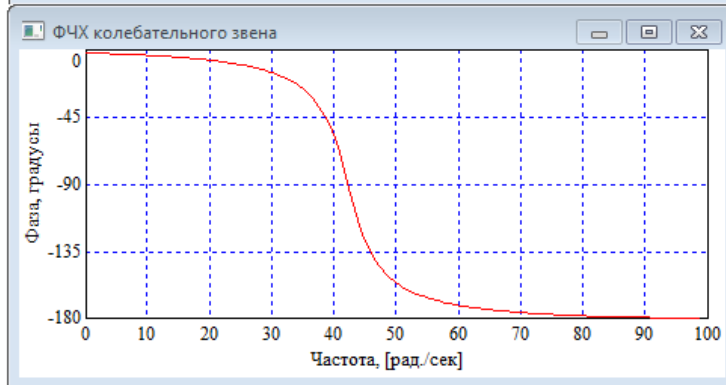
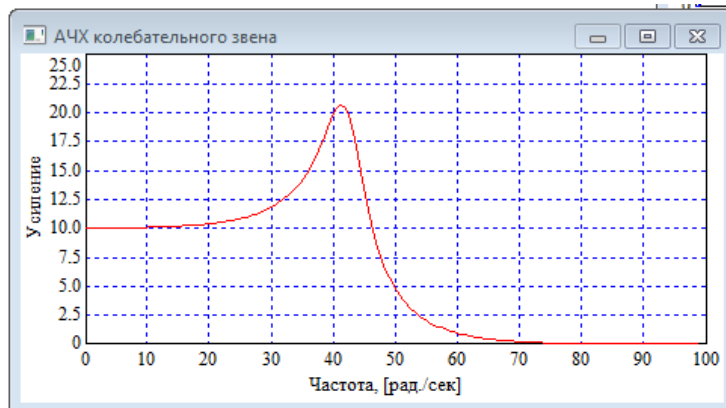


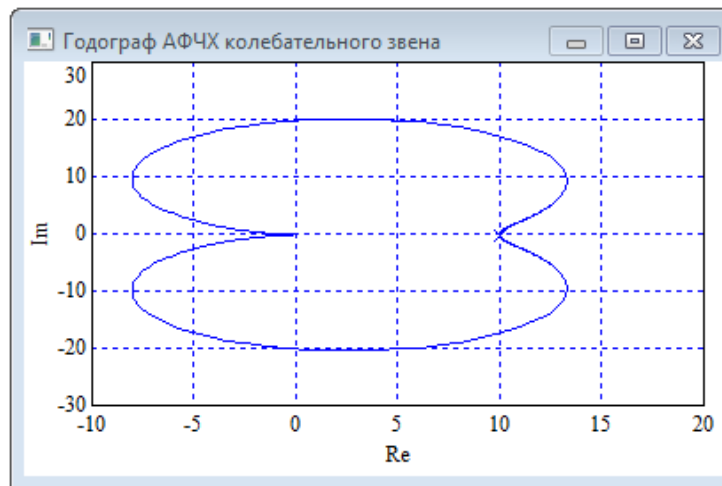
### 3. Исследование колебательного звена

**Построить** самостоятельно модель виртуального стенда: вынести на рабочее поле Scilab генератор ступенчатого сигнала (Blocks - Signal Producer - step), аperiodическое звено (Blocks – Linear System - transferFunction) и осциллограф (Blocks - Signal Consumer - plot ), и соединить их. Сделать надписи (Blocks - Annotation - label).

На лабораторном стенде задать значения параметров аperiodического звена  $k = 10$ ,  $T1 = 0.25$  сек,  $T2 = 0.25$  сек, выделить блок и вызвать ЛАЧХ и ЛФЧХ (Analyze – Frequency Response). Получить АЧХ, ФЧХ, оформить графики, сохранить. Затем получить ЛАЧХ и ЛФЧХ и годограф АФЧХ.







Отчет должен содержать:

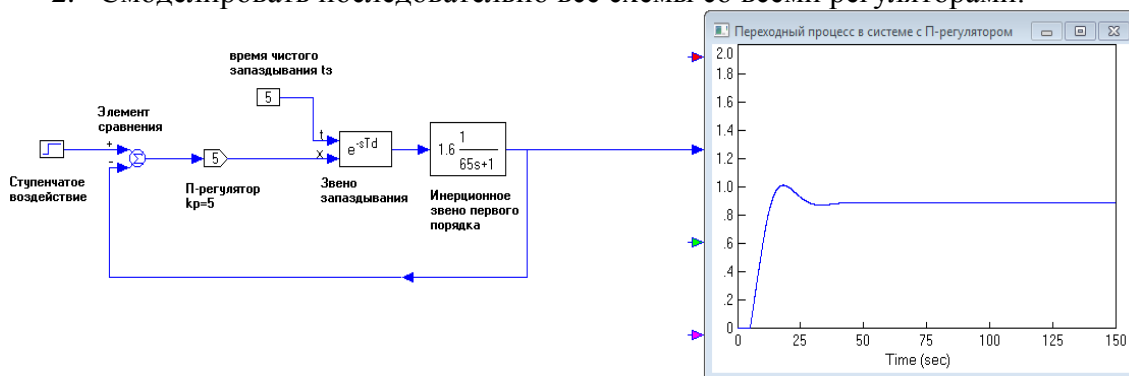
- титульный лист;
- цель и задачи работы, кратко сформулированные своими словами;
- теорию частотных характеристик;
- снимки экранов (АЧХ, ФЧХ, ЛАЧХ, ЛФЧХ интегратора, апериодического и колебательного звеньев, годограф АФЧХ апериодического и колебательного звеньев; виртуальные стенды для снятия частотных характеристик);
- выводы (соответствуют ли полученные частотные характеристики теоретическим сведениям о звеньях).

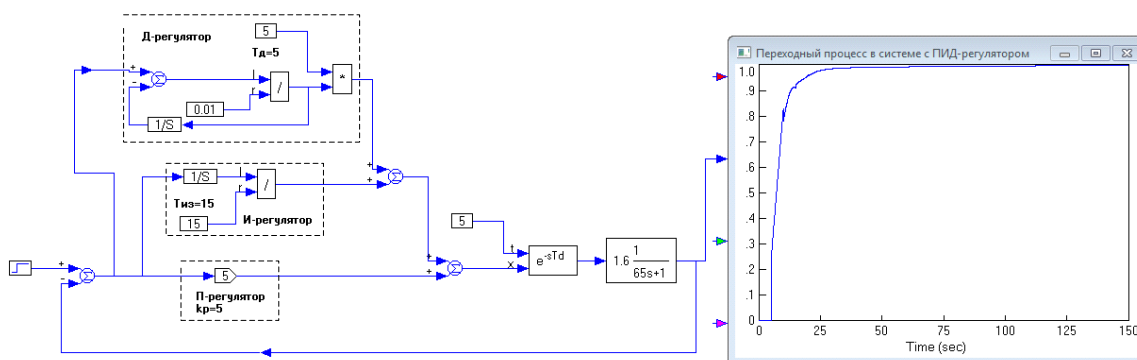
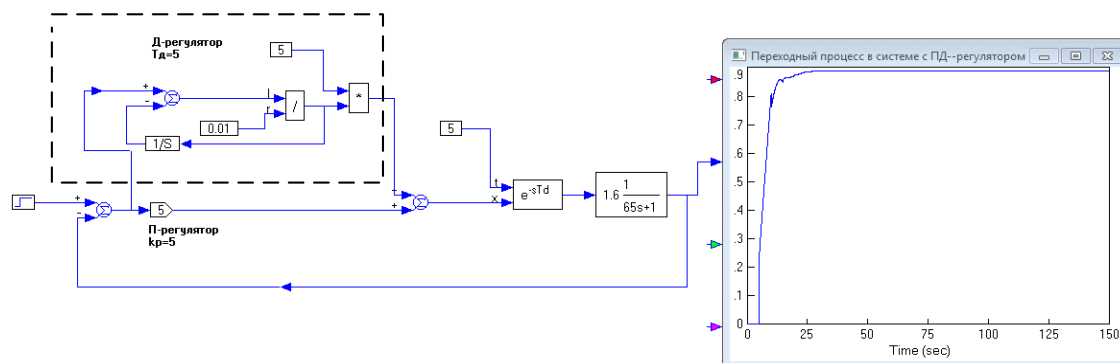
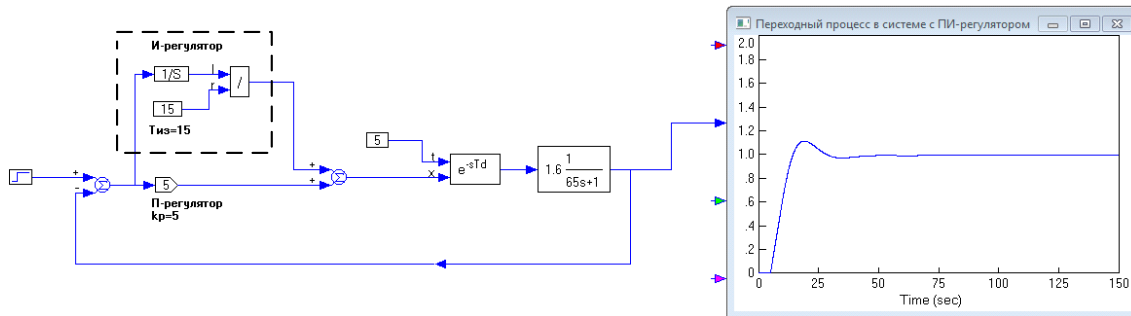
### Практическая работа №4

## Моделирование системы управления с различными видами регуляторов

**Цель работы:** изучение принципов работы типовых законов регулирования

1. Изучить теорию типовых законов регулирования. Особое внимание обратить на пояснение принципа действия различных видов регуляторов и на переходные процессы, имеющие место в системах с этими регуляторами.
2. Смоделировать последовательно все схемы со всеми регуляторами.





3. Посмотреть, как влияет изменение параметров настройки различных регуляторов на вид переходного процесса в системе. Сделать вывод о достоинствах и недостатках каждого регулятора. Определить наилучший регулятор с наилучшими настройками.

Содержание отчета по работе:

1. Название и цель работы.
2. Краткое теоретическое введение, в котором описать типовые законы управления, исследуемые в работе
3. Скриншоты всех разработанных схем управления.