

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет имени  
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор  
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 01 » 04 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.Б.20 Системы управления химико-технологическими процессами**

Направление подготовки: 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы  
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки: Рациональное использование сырьевых и энергетических  
ресурсов

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Се- местр	Трудо- ем- кость, зач.ед./ ч.	Лек- ций, час	Практ. заня- тий, час	Лаборат. работ, час	СРС, час	Форма промежуточ- ного контро- ля (экс./зачет)
7	6/216	36		36	108	Экзамен (36)
<b>Итого</b>	<b>6/216</b>	<b>36</b>		<b>36</b>	<b>108</b>	<b>Экзамен(36)</b>

Владимир 2015

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целями** освоения дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» являются:

научить студентов

- анализировать свойства технологических объектов управления;
- формулировать требования их автоматизации;
- читать схемы автоматизации производственных процессов;
- выбирать простейшие средства автоматизированного контроля и управления.

### **Задачи освоения дисциплины**

В процессе изучения дисциплины студент должен освоить

- основные понятия управления технологическими процессами;
- основы теории автоматического управления;
- принципы построения и функционирования автоматических систем регулирования: переходные процессы, запаздывание систем регулирования, основные законы регулирования, релейное регулирование;
- диагностику химико-технологических процессов, методы и средства диагностики: государственная система приборов, элементы метрологии, контроль основных технологических параметров;
- основы проектирования автоматических систем управления;
- типовые системы автоматического управления.

В программе предусмотрено выполнение курсовой работы, что обеспечивает возможность проявить творческий потенциал каждому студенту.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Системы управления химико-технологическими процессами» входит в базовую часть программы подготовки бакалавров направления «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Настоящий курс требует подготовки по дисциплинам:

- математика;
- информатика;
- процессы и аппараты химической технологии;
- общая химическая технология.
- моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов, применение ЭВМ в химической технологии.

Дисциплина «Системы управления технологическими процессами» является завершающим этапом подготовки бакалавров направления «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», так как любой технологический процесс не может быть реконструирован или спроектирован без применения автоматизированных систем производства.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения данной дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:



1	<b>Основные понятия</b>								
1.1	Понятия о механизации и автоматизации, объекте управления и системе управления.	7	1			18			
1.2	Основные принципы управления.		1						
1.3	Основные виды алгоритмов функционирования АСУ.								
2.	<b>Основы теории автоматического управления</b>	7				50			
2.1	Структурная схема АСР. Динамический анализ АСР.		2		4		4/100		
2.2	Передаточные функции элементов АСР. Передаточные функции разомкнутой и замкнутой АСР.		2						Рейтинг № 1
2.3	Частотный метод исследования.		2						
2.4	Типовые динамические звенья и их характеристики.		2		8		8/80		
2.5	Законы управления и типы регуляторов.		2		8		8/80		
2.6	Регулирующие органы, исполнительные механизмы, датчики систем управления.		2						
2.7	Технологический процесс как объект управления.		4		8		8/67		Рейтинг № 2
2.8	Устойчивость автоматических систем регулирования. Запасы устойчивости.		4		8		8/67		

3.	<b>Диагностика химико-технологических процессов</b>	7				20			Рейтинг № 3
3.1	Основные измерительные схемы приборов автоматического контроля. Нормирующие преобразователи		4					4/100	
3.2	Методы и приборы для измерения параметров ХТП.		4					4/100	
4	<b>Основы проектирования систем управления</b>	7				20			
4.1	Задание на разработку СУ. Структурные и функциональные схемы управления.		1						
4.2	Типовые функциональные схемы АСР параметрами ХТП		5					5/100	
							КР		Экзамен
	<b>ИТОГО:</b>	7	36		36	108	КР	49/68	Экзамен

## СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА

### Раздел 1. Введение

**Тема 1.1.** Понятие автоматизации производственных процессов, основные функции систем управления (СУ), элементы СУ, реализующие эти функции. Понятие о системе автоматического контроля. Задачи, решаемые СУ на примере непрерывного технологического процесса.

Основные принципы управления: разомкнутое управление, управление по возмущению, управление по отклонению.

Основные виды алгоритмов функционирования СУ: стабилизация, программное управление, следящие системы, экстремальные системы, оптимальное управление.

### Раздел 2. Основы теории автоматического управления

**Тема 2.1.** Структурная схема замкнутой автоматической системы регулирования (АСР), ее элементы. Динамический анализ АСР, задачи динамического анализа, классификация АСР по характеру воздействия регулятора на объект регулирования, показатели качества регулирования.

**Тема 2.2.** Передаточные функции АСР и ее элементов. Связь передаточной функции с кривой разгона. Нахождение передаточной функции по уравнению движения. Передаточные функции последовательно и параллельно соединенных звеньев. Передаточные функции разомкнутой и замкнутой АСР, передаточная функция по ошибке.

**Тема 2.3.** Частотный метод исследования АСР и ее элементов. Частотные характеристики. Определение частотных характеристик по передаточной функции элемента или АСР.

**Тема 2.4.** Типовые динамические звенья, свойства динамических звеньев, их передаточные функции и частотные характеристики.

**Тема 2.5.** Основные законы управления. Типы промышленных регуляторов. Релейные регуляторы.

**Тема 2.6.** Регулирующие органы и исполнительные механизмы. Датчики систем управления. Математические описания этих элементов.

**Тема 2.7.** Технологический процесс как объект управления. Объекты с самовыравниванием и без самовыравнивания. Статические и динамические свойства объектов управления. Создание математических описаний ОУ на основе обработки экспериментальных кривых разгона. Аналитический метод создания математических описаний объектов управления процессов химической технологии: пресс-форма с электрообогревом, экструдер, литьевая машина, теплообменник, смесители.

**Тема 2.8.** Устойчивость системы управления как необходимое условие технической пригодности системы к промышленной эксплуатации. Анализ переходных процессов в замкнутых системах управления. Критерии устойчивости. Запасы устойчивости.

### **Раздел 3. Диагностика химико-технологических процессов**

**Тема 3.1.** Приборы для измерения температуры: термоэлектрические термометры, манометрические термометры, электрические термометры сопротивления, Приборы для измерения давления: пружинные, мембранные. Приборы для измерения уровня жидкостей и сыпучих материалов. Приборы для измерения расхода: расходомеры постоянного и переменного перепада давления.

**Тема 3.2.** Методы и приборы для измерения влажности сыпучих материалов

### **Раздел 4. Основы проектирования автоматических систем управления**

**Тема 4.1.** Задание на разработку системы управления. Структурные и функциональные схемы управления. Условные обозначения и изображения на функциональных схемах.

**Тема 4.2.** Типовые функциональные схемы АСР уровня сыпучих материалов в промежуточном бункере червячных машин. Функциональные схемы АСР расхода топлива. Типовые функциональные схемы АСР температуры в теплообменниках с применением приборов и средств пневмоавтоматики и объектах с электрообогревом (релейные системы и непрерывные). Типовая функциональная схема процессом сушки и тепловым режимом червячных машин.

### **ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ**

Лабораторные работы выполняются группой студентов 2-3 человека в соответствии с тематическим планом.

Перечень лабораторных работ:

**Лабораторная работа** Определение статических и динамических характеристик объектов регулирования, получение математического описания объекта на основе обработки экспериментальной кривой разгона на ЭВМ.

**Лабораторные работы** . Расчет и исследование на ЭВМ АСР с различными законами регулирования.

**Лабораторные работы** . Моделирование и расчет на ЭВМ АСР на заданные запасы устойчивости.

### **КУРСОВАЯ РАБОТА**

Темы курсовых работ выдаются индивидуально каждому студенту в соответствии с его специализацией. Все расчеты при выполнении КР проводятся на ЭВМ.

Темы курсовых работ

1. Рассчитать АСР температуры теплообменника

2. Рассчитать АСР давления в автоклаве
3. Рассчитать АСР температуры пресс-формы.
4. Рассчитать АСР уровня сыпучего материала в промежуточной емкости.
5. Рассчитать АСР температуры реактора
6. Рассчитать АСР расхода пара, подаваемого в рубашку сушилки.

При выполнении КР и написании пояснительной записки студенты должны осветить следующие вопросы:

- расчет кривой разгона объекта управления по известному математическому описанию и определение его динамических характеристик;
- передаточные функции разомкнутой и замкнутой системы управления, передаточная функция по ошибке;
- определение устойчивости системы и расчет запасов устойчивости по модулю и по фазе;
- расчет переходного процесса в замкнутой АСР с данным регулятором и определение показателей качества регулирования.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении **теоретического курса**:

- используются мультимедиа технологии;
- часть разделов лекционного курса оформлено в виде презентаций, объяснение к которым дает лектор.
- для оценки освоения теоретического материала студентам предлагается электронный практикум-тренажер.

При проведении **лабораторных занятий** студентам предлагается работа в малых группах:

- учебная группа разбивается на несколько бригад — по 2-3 человека;
- каждая бригада получает своё задание;

Лабораторные занятия организуются таким образом, что каждый последующий этап работы является логическим продолжением предыдущего. Выполнить лабораторную работу – значит провести небольшое исследование, поэтому 68% лабораторных работ выполняются с применением ЭВМ.

При выполнении **курсовой работы** студент должен использовать знания практически всего теоретического курса и проделанных лабораторных работ. Курсовая работа полностью выполняется с использованием ЭВМ.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

**Текущий контроль** знаний проводится 3 раза за семестр:

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – **экзамен**.

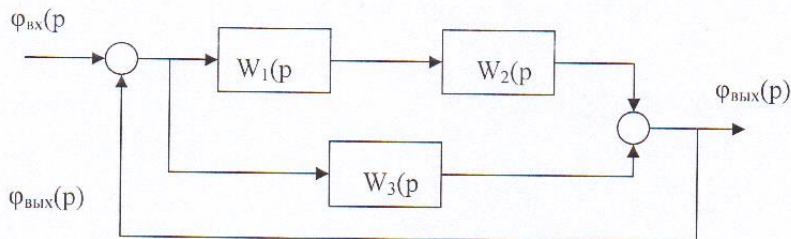
Для текущего контроля студентам предлагается:

- **Рейтинг № 1** (тестирование)

**Тест 1.** Что такое кривая разгона?

- А) функция отклика на ступенчатое возмущение;

- Б) функция отклика на синусоидальное возмущение;  
 В) функция отклика на импульсное возмущение.
2. Какую составляющую нужно ввести в закон регулирования, чтобы исключить статическую ошибку?  
 А) дифференциальную;  
 Б) интегральную;  
 В) пропорциональную.
3. Какими эффективными динамическими характеристиками оцениваются объекты управления?  
 А) время запаздывания, постоянная времени и  $T95$   
 Б) время регулирования, время запаздывания и динамическая ошибка  
 В) степень затухания, динамическая ошибка и время регулирования
4. Чему равна общая передаточная функция последовательно соединенных звеньев?  
 А) сумме передаточных функций отдельных звеньев;  
 Б) произведению передаточных функций отдельных звеньев;  
 В) частному от деления передаточной функции первого звена на произведение передаточных функций остальных звеньев.
5. Чему равна общая передаточная функция параллельно соединенных звеньев?  
 А) сумме передаточных функций отдельных звеньев;  
 Б) произведению передаточных функций отдельных звеньев;  
 В) частному от деления передаточной функции первого звена на произведение передаточных функций остальных звеньев.
6. Для каких регуляторов характерна статическая ошибка регулирования?  
 А) П- и ПИ- регуляторов;  
 Б) П- и ПД- регуляторов;  
 В) ПИД- и ПД- регуляторов.
7. Какое звено описывается передаточной функцией вида:  
 $W(p) = K \cdot p / (T \cdot p + 1)$   
 А) интегральное идеальное звено;  
 Б) апериодическое звено 2-го порядка;  
 В) реальное дифференцирующее звено
8. Найти передаточную функцию данного соединения.



- А)  $W = W_1 W_2 + W_3$
- Б)  $W = \frac{W_1 W_2 + W_3}{1 + (W_1 W_2 + W_3)}$
- В)  $W = \frac{W_1 W_2 + W_3}{1 - (W_1 W_2 + W_3)}$

9. Какая АСР будет нейтральной?  
 А) система, в которой наблюдается сходящийся колебательный переходный процесс;



Б) система, в которой наблюдается расходящийся колебательный переходный процесс;

В) система, в которой наблюдается колебательный переходный процесс с постоянной амплитудой колебаний.

10. Что называется передаточной функцией?

А) отношение входного сигнала к выходному, преобразованных по Лапласу, при нулевых начальных условиях;

Б) отношение выходного сигнала к входному при нулевых начальных условиях;

В) отношение выходного сигнала к входному, преобразованных по Лапласу, при нулевых начальных условиях.

11. Какое звено описывается передаточной функцией вида:

$$W(p) = \frac{1}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)}$$

А) интегральное идеальное звено;

Б) апериодическое звено 2-го порядка;

В) реальное дифференцирующее звено

12. Для чего необходимо знать эффективные динамические характеристики ОУ?

А) выбрать регулятор по воздействию его на ОР

Б) рассчитать показатели качества регулирования

В) выбрать регулятор и рассчитать параметры настройки регулятора.

13. Критерий устойчивости Найквиста: АСР устойчива в замкнутом состоянии, если АФЧХ разомкнутой АСР на комплексной плоскости:

А) охватывает точку с координатами  $(-1, i0)$ ;

Б) не охватывает точку с координатами  $(-1, i0)$ ;

В) проходит через точку с координатами  $(-1, i0)$ .

14. Будет ли устойчива АСР согласно критерию Гурвица, характеристическое уравнение которой имеет вид:

$$1.5 * S^3 + S^2 - 0.4S + 5 = 0$$

А) будет устойчивой

Б) не будет устойчивой

В) будет на границе устойчивости

15. Какую составляющую нужно ввести в закон регулирования, чтобы увеличить быстроедействие АСР?

А) дифференциальную;

Б) интегральную;

В) пропорциональную.

## Рейтинг № 2 (тестирование)

1. Какая АСР будет нейтральной?

А) система, в которой наблюдается сходящийся колебательный переходный процесс;

Б) система, в которой наблюдается расходящийся колебательный переходный процесс;

В) система, в которой наблюдается колебательный переходный процесс с постоянной амплитудой колебаний.

2. Критерий устойчивости Найквиста: АСР устойчива в замкнутом состоянии, если АФЧХ разомкнутой АСР на комплексной плоскости:

А) охватывает точку с координатами  $(-1, i0)$ ;

Б) не охватывает точку с координатами  $(-1, i0)$ ;

В) проходит через точку с координатами  $(-1, i0)$ .

3. Будет ли устойчива АСР согласно критерию Гурвица, характеристическое уравнение которой имеет вид:

$$1.5 * S^3 + S^2 - 0.4S + 5 = 0$$

- А) будет устойчивой
  - Б) не будет устойчивой
  - В) будет на границе устойчивости
4. Что такое годограф?
- А) объединенная амплитудно-фазовая частотная характеристика
  - Б) амплитудно-частотная характеристика
  - В) фазово-частотная характеристика
5. Какими эффективными динамическими характеристиками оцениваются объекты управления?
- А) время запаздывания, постоянная времени и Т95
  - Б) время регулирования, время запаздывания и динамическая ошибка
  - В) степень затухания, динамическая ошибка и время регулирования
6. Чему равна общая передаточная функция последовательно соединенных звеньев?
- А) сумме передаточных функций отдельных звеньев;
  - Б) произведению передаточных функций отдельных звеньев;
  - В) частному от деления передаточной функции первого звена на произведение передаточных функций остальных звеньев.
7. Чему равна общая передаточная функция параллельно соединенных звеньев?
- А) сумме передаточных функций отдельных звеньев;
  - Б) произведению передаточных функций отдельных звеньев;
  - В) частному от деления передаточной функции первого звена на произведение передаточных функций остальных звеньев.
8. Для каких регуляторов характерна статическая ошибка регулирования?
- А) П- и ПИ- регуляторов;
  - Б) П- и ПД- регуляторов;
  - В) ПИД- и ПД- регуляторов.
9. Какое звено описывается передаточной функцией вида:  

$$W(p) = K/(p*(T*p+1))$$
- А) интегральное реальное звено;
  - Б) апериодическое звено 2-го порядка;
  - В) реальное дифференцирующее звено
10. Какие бывают запасы устойчивости?
- А) по модулю
  - Б) по фазе
  - В) по модулю и по фазе
11. «Свободное движение» АСР описывается;
- А) однородным дифференциальным уравнением
  - Б) алгебраическим уравнением
  - В) уравнением в частных производных
12. Какую составляющую нужно ввести в закон регулирования, чтобы увеличить быстродействие АСР?
- А) дифференциальную;
  - Б) интегральную;
  - В) пропорциональную.
13. Критерий устойчивости Гурвица это:
- А) алгебраический критерий
  - Б) фазово-частотный критерий
  - В) дифференциальный критерий
14. Критерий устойчивости Найквиста – это
- А) алгебраический критерий
  - Б) фазово-частотный критерий
  - В) дифференциальный критерий

15. Будет ли устойчива АСР согласно критерию Гурвица, характеристическое уравнение которой имеет вид:

$$1.5 \cdot S^3 - S^2 + 0.4S + 5 = 0$$

- А) будет устойчивой
- Б) не будет устойчивой
- В) будет на границе устойчивости

### Рейтинг № 3 (тестирование)

1. Какой первичный преобразователь может быть использован для измерения уровня расплава стекломассы или полимера?
  - А) поплавковый контактный;
  - Б) пьезометрический;
  - В) дифманометрический.
2. Чем определяется класс точности измерительного прибора?
  - А) относительной погрешностью измерения;
  - Б) абсолютной погрешностью измерения;
  - В) относительной приведенной погрешностью измерения.
3. Какой первичный преобразователь температуры (термопара) может использоваться при измерении температуры выше 600° С?
  - А) ХА
  - Б) ХК
  - В) ТПП
4. С помощью какого преобразователя можно передавать информацию на расстояние больше 600 м?
  - А) унифицированный пневмосилового преобразователя системы ГСП;
  - Б) унифицированный электрический преобразователя системы ГСП;
  - В) дифференциально-трансформаторный преобразователь .
5. С помощью какой схемы в промышленных электронных автоматических мостах подключается термометр сопротивления?
  - А) однопроводной;
  - Б) двухпроводной;
  - В) трехпроводной.
6. С помощью каких проводов подключается термопара к электронным автоматическим потенциометрам?
  - А) медных;
  - Б) алюминиевыми;
  - В) проводами проводников термопары.\*
7. Какие первичные преобразователи используются для измерения уровня сыпучих материалов?
  - А) dilatометрические;
  - Б) емкостные;
  - В) пьезометрические.
8. Какую составляющую нужно ввести в закон регулирования, чтобы исключить статическую ошибку?
  - А) дифференциальную;
  - Б) интегральную;
  - В) пропорциональную.
9. Какими эффективными динамическими характеристиками оцениваются объекты управления?
  - А) время запаздывания, постоянная времени и Т95
  - Б) время регулирования, время запаздывания и динамическая ошибка

- В) степень затухания, динамическая ошибка и время регулирования
10. Какую составляющую нужно ввести в закон регулирования, чтобы увеличить быстродействие АСР?
- дифференциальную;
  - интегральную;
  - пропорциональную.
11. Какая АСР будет нейтральной?
- система, в которой наблюдается сходящийся колебательный переходный процесс;
  - система, в которой наблюдается расходящийся колебательный переходный процесс;
  - система, в которой наблюдается колебательный переходный процесс с постоянной амплитудой колебаний.
12. Чем определяется класс точности измерительного прибора?
- относительной погрешностью измерения;
  - абсолютной погрешностью измерения;
  - относительной приведенной погрешностью измерения
13. С помощью каких проводов подключается термопара к электронным автоматическим потенциометрам?
- медных;
  - алюминиевыми;
  - проводами проводников термопары.
14. С помощью какой схемы в промышленных электронных автоматических мостах подключается термометр сопротивления?
- однопроводной;
  - двухпроводной;
  - трехпроводной.
15. Какой первичный преобразователь может быть использован для измерения уровня расплава стекломассы или полимера?
- поплавокый контактный;
  - пьезометрический;
  - дифманометрический.

#### ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

- Основные функции систем управления.
- Задачи систем управления на примере непрерывного технологического процесса.
- Основные виды алгоритмов СУ.
- Основные принципы управления.
- Структурная схема одноконтурной АСР и ее основные элементы.
- Классификация АСР по характеру воздействия регулятора на объект управления.
- Динамический анализ АСР и ее элементов. Задачи динамического анализа.
- Виды типовых возмущений и функции отклика на них.
- Преобразование Лапласа и его свойства.
- Решение дифференциальных уравнений операционным методом. Пример.
- Передающая функция элементов АСР. Нахождение передаточной функции по известному дифференциальному уравнению.:

$$3 \frac{d \varphi_1(\tau)}{d\tau} + \varphi_1(\tau) = 0,5U(\tau) ,$$

- Правила преобразования структурных схем (последовательное и параллельное соединения).
- Основные показатели качества регулирования и их определение по кривой переходного процесса для непрерывных АСР.

14. Основные показатели качества регулирования и их определение по кривой переходного процесса для релейных АСР.
15. Связь передаточных функций замкнутой и разомкнутой АСР (уравнение обратной связи).
16. Передаточная функция по ошибке.
17. Частотный метод исследования АСР и ее элементов. Суть метода.
18. Частотные характеристики АСР и ее элементов. Алгоритм построения годографа.
19. Определение частотных характеристик по передаточной функции элементов и АСР. Вывести выражения для АЧХ и ФЧХ, если передаточная функция имеет вид:

$$W(p) = \frac{ke^{-p\tau_{zn}}}{(T_1p+1)T_2p} \quad \text{провести анализ для построения годографа.}$$

20. Основные типовые звенья систем управления: аperiodические звенья 1-го и 2-го порядков. Их свойства и характеристики.
21. Основные типовые звенья систем управления: интегрирующие звенья. Их свойства и характеристики.
22. Основные типовые звенья систем управления: дифференцирующие звенья. Их свойства и характеристики.
23. Основные законы регулирования и типы регуляторов. П-, ПИ- регуляторы. Их свойства и характеристики.
24. Основные законы регулирования и типы регуляторов. ПД-, ПИД- регуляторы. Их свойства и характеристики.
25. Аналитический метод создания математического описания технологического процесса для целей управления. Блочный метод математического моделирования.
26. Блок-схема математического описания электрической печи нагрева для целей управления с выводом математического описания каждого блока.
27. Математическое описание объекта управления на основе экспериментальной кривой разгона.
28. Типы регулирующих органов. Математическое описание.
29. Типы исполнительных механизмов и их назначение.
30. Датчик АСР как элемент системы. Назначение датчика. Математическое описание в виде передаточной функции.
31. Устойчивость линейных АСР. Понятие устойчивости по Ляпунову.
32. Критерии устойчивости. Критерий устойчивости Гурвица.
33. Амплитудно-фазовый критерий устойчивости Найквиста.
34. Запасы устойчивости по модулю и по фазе на основе критерия устойчивости Найквиста.
35. Расчет АСР на заданные запасы устойчивости.
36. Пневматический унифицированный преобразователь ГСП.
37. Преобразователь электрической ветви ГСП.
38. Компенсационный метод измерения напряжения.
39. Мостовая схема измерения сопротивления. Условие равновесия моста.
40. Дифференциально-трансформаторный преобразователь.
41. Методы и приборы для измерения температуры.
42. Методы и приборы для измерения расхода. Расходомеры переменного и постоянного перепада давления.
43. Пьезометрический уровнемер. Устройство и принцип действия.
44. Дифманометрический уровнемер. Устройство и принцип действия.
45. Методы измерения уровня сыпучих материалов. Типы первичных преобразователей.
46. Методы и приборы для измерения давления. Типы чувствительных элементов.
47. Что такое функциональная схема АСР. Изображение основных элементов автоматики и обозначение их по функциональным признакам.
48. Функциональная схема АСР температуры с использованием 2-х позиционного регулятора.

49. Функциональная схема АСР температуры в объектах с электрообогревом с использованием регулятора РП-4Т.
50. Типовая функциональная схема АСР температуры теплообменника.
51. Функциональная схема АСР соотношения газ-воздух. Функциональная схема АСР расхода топлива (газа, мазута, воздуха).
52. Функциональная схема АСР расхода газа или жидкости с использованием приборов системы «Старт».
53. Функциональная схема АСР тепловым режимом автоклава.
54. Типовая функциональная схема регулирования уровня в загрузочном бункере.

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа студентов проводится в соответствии с тематическим планом курса. Студентам выдаются вопросы по каждой теме с указанием источников информации. Контроль знаний осуществляется в виде устного опроса при защите лабораторных работ и курсовой работы и при проведении рейтинга контроля.

### Вопросы для самостоятельной проработки:

1. Что такое принцип управления?
2. Что такое алгоритм функционирования?
3. Привести примеры алгоритмов функционирования.
4. Привести примеры структурных схем разных по принципам управления.
5. Основные функции систем управления.
6. Задачи систем управления на примере непрерывного технологического процесса.
7. Виды типовых возмущений и функции отклика на них.
8. Преобразование Лапласа и его свойства.
9. Что такое кривая разгона?
10. Что такое переходный процесс в замкнутой АСР?
11. Показатели качества регулирования и как их определить по кривой переходного процесса в замкнутой АСР?
12. Определение частотных характеристик по передаточной функции элемента или АСР. Привести примеры.
13. Типовые динамические звенья, свойства динамических звеньев, их передаточные функции и частотные характеристики.
14. Основные законы управления. Типы промышленных регуляторов.
15. Регулирующие органы и исполнительные механизмы.
16. Технологический процесс как объект управления.
17. Типы промышленных регуляторов. Релейные регуляторы.
18. Статические и динамические свойства объектов управления.
19. Создание математических описаний ОУ на основе обработки экспериментальных кривых разгона.
20. Аналитический метод создания математических описаний объектов управления процессов химической технологии: пресс-форма с электрообогревом, экструдер, литьевая машина, теплообменник, смесители.
21. Критерии устойчивости. Запасы устойчивости.
22. Приборы для измерения температуры: термоэлектрические термометры, манометрические термометры, электрические термометры сопротивления.
23. Приборы для измерения давления: пружинные, мембранные.
24. Приборы для измерения уровня жидкостей и сыпучих материалов.
25. Приборы для измерения расхода: расходомеры постоянного и переменного перепада давления.

26. Задание на разработку системы управления.
27. Структурные и функциональные схемы управления. Условные обозначения и изображения на функциональных схемах.
28. Примеры типовых функциональных схем.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Технические системы в условиях неопределенности: анализ гибкости и оптимизация [Электронный ресурс] / Г.М. Островский, Ю.М. Волин. - М. : БИНОМ. 2015.  
<http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785996325443-SCN0003.html>
2. Системы управления химико-технологическими процессами. Учебное пособие / А.Н.Гаврилов, Ю.В. Пятако. – М.: Инфра-М., 2014 - 220с. (электр. ресурс <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785000320426.html>).
3. Разработка функциональных схем автоматизации технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Валиуллина, В.А. Садофьев. - Казань : Издательство КНИТУ. 2013 (<http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785788214733-SCN0001/000.html>)

### Дополнительная литература

1. Барабанов Н.Н., Земскова В.Т. Расчеты химико-технологических процессов в системе MATLAB. Учебное пособие. ВлГУ, г. Владимир. 2011.(библ.ВлГУ).
2. Исследование динамических свойств датчика температуры [Электронный ресурс] : Ме тод. указания к лабораторной работе / Б. М. Новожилов. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2011. ([http://www.studentlibrary.ru/doc/bauman\\_0145-SCN0004/000.html](http://www.studentlibrary.ru/doc/bauman_0145-SCN0004/000.html)).
3. MATLAB R2006/2007/2008 + Simulink 5/6/7. Основы применения. [Электронный ресурс]/В.П.Дьяконов.-М.-СОЛОН-ИПРЕСС.2008 (<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913590428.html> )

### Программное обеспечение

Студенты пользуются разработанными преподавателями программами или составляют сами программы для решения поставленной задачи. Все программы составляются с помощью системы MATLAB. Очень широко используется одно из расширений системы MATLAB SIMULINK, позволяющее строить виртуальные модели процессов.

### Программы, разработанные преподавателями:


1. S-диаграмма для расчета параметров настроек промышленных регуляторов (П, ПИ, ПД, ПИД) с использованием блока функциональной оптимизации NCD.
2. MATLAB-программа для обработки кривой разгона с целью получения математического описания объекта управления.
3. Расчет параметров настройки регуляторов (П, ПИ, ПД, ПИД) на заданный запас устойчивости по модулю.(Matlab- программа)

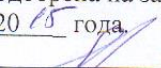
## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

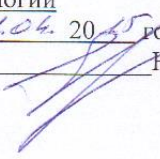
1. Мультимедийные средства.
2. Слайды-лекции.
3. Электронный практикум-тренажер

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 18.03.02. Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Рабочую программу составил доцент кафедры ХТ  Земскова В.Т.

Рецензент : Генеральный директор ООО «Альфасистемы»  Потапов Д.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ  
протокол № 8 от 1.04.2015 года.  
Заведующий кафедрой  Ю.Т.Панов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии на-  
правления 18.03.02 Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,  
нефтехимии и биотехнологии  
протокол № 9 от 1.04.2015 года.  
Председатель комиссии  Ю.Т.Панов



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программа переутверждена:

на 2016/17 учебный год. Протокол заседания кафедры № 1 от 5.09.16 года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

на 2018/19 учебный год. Протокол заседания кафедры № 1 от 3.09.18 года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**Рецензия**  
**на рабочую программу дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» для направления 18.03.02 «Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» очной формы обучения**  
**доцента Земсковой Валентины Тимофеевны**

На рецензирование представлена рабочая программа дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» для бакалавров направления 18.03.02 «Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» очной формы обучения доцента Земсковой Валентины Тимофеевны.

В рабочей программе четко сформулирована цель освоения студентами данной дисциплины и задачи, выполнение которых позволяет достигнуть обозначенную цель.

В соответствии с ФГОС ВО в программе перечислены компетенции, в формировании которых участвует данная дисциплина. Главными характеристиками выпускника любого образовательного учреждения являются его компетентность и мобильность, поэтому в рабочей программе определены и четко согласованы с соответствующими компетенциями результаты образования.

Объем дисциплины соответствует учебному плану направления. Тематический план дисциплины представлен с указанием количества всех форм занятий, в том числе и в интерактивной форме, перечислены контрольные мероприятия текущей и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины. Тематический план составлен достаточно подробно, что позволяет сделать вывод о том, что содержание дисциплины полностью соответствует современным тенденциям развития науки и техники в области энерго-и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

В рабочей программе приведены оценочные средства в виде тестов для текущей аттестации, вопросов к экзамену, а также предлагаются вопросы по темам для самостоятельной проработки. Все это позволяет преподавателю объективно оценить результаты освоения дисциплины в процессе и в конце обучения.

В рабочей программе представлена учебно-методическая литература, рекомендованная автором для изучения дисциплины: основная, которая формирует основные результаты образования и заявленные компетенции, и дополнительная, необходимая для более глубокого освоения основных положений дисциплины и развития творческих и интеллектуальных способностей студентов.

Таким образом, представленная рабочая программа дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» доцента Земсковой В.Т. составлена в полном соответствии с требованиями ФГОС ВО и может быть использована при подготовке бакалавров направления 18.03.02 «Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Рецензент

Генеральный директор ООО «Альфасистемы»

Потапов Д.А.

