

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

Институт архитектуры, строительства и энергетики



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Системы управления химико-технологическими процессами**

**направление подготовки / специальность**

18.03.01 Химическая технология

**направленность (профиль) подготовки**

технология и переработка полимеров

Владимир

2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** освоения дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» является 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 регулирования и 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 функциональные схемы автоматического управления.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Системы управления химико-технологическими процессами» относится к обязательной части.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК2 способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 знает теоретические основы фундаментальных разделов математики, физики, химии ОПК-2.2 умеет использовать законы, справочные данные и количественные соотношения математики, физики, химии для решения задач	<b>Знает</b> основные методы определения статических и динамических характеристик объектов и звеньев управления, методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров при решении задач профессиональной деятельности; <b>Умеет:</b> определять основные статические и динамические характеристики объектов	Тестовые вопросы КР

	<p>профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-2.3 владеет физическими и химическими методами исследования, математическим аппаратом для обработки и интерпретации результатов эксперимента</p>	<p>управления, выбирать конкретные типы приборов для проведения диагностики химико-технологических процессов;</p> <p><b>Владеет:</b> методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологическими процессами.</p>	
<p>ПК-2 способен выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</p>	<p>ПК-2.1 Знает методы и приемы теоретического и экспериментального научного исследования, математического анализа и моделирования</p> <p>ПК-2.2. Умеет выдвигать гипотезы на основе научно-технической информации, опыта предыдущих исследований</p> <p>ПК-2.3 Владеет методологией научных исследований, математическим аппаратом и компьютерной техникой для получения, обработки и интерпретации результатов научных исследований</p>	<p><b>Знает</b> методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для определения и анализа свойств технологических объектов и типовых звеньев управления; законы регулирования;</p> <p><b>Умеет</b> выбирать рациональную схему регулирования технологического процесса, формулировать требования автоматизации, предъявляемые к объекту; читать схемы автоматизации производственных процессов;</p> <p><b>Владеет</b> принципами построения и функционирования автоматических систем регулирования.</p>	<p>Тестовые вопросы КР</p>

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа для очной формы обучения, 9 зачетных единиц, 324 часа для заочной формы обучения (5 лет), 6 зачетных единиц, 216 часов для заочной формы обучения (3 года), 3 зачетные единицы, 108 часов для заочной формы обучения (3,5 года)

**Тематический план  
форма обучения - очная**

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/ тем дисциплин	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа с обучающимися педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практ. занятия	Лаборат. работы	В форме практич. подготовки		
1	Основные понятия, основные принципы управления и виды алгоритмов.	7	1	2				24	Рейтинг-контроль № 1
2	<b>Основы теории автоматического управления</b>							53	
2.1	Структурная схема АСР		2	2		4	6		
2.2	Динамический анализ. Передаточные функции элементов АСР, разомкнутой и замкнутой АСР.		3	2					
2.3	Частотный метод исследования АСР	7	4	2		8	8		
2.4	Типовые динамические звенья и их характеристики.		5	2					
2.5	Законы управления, типы регуляторов		6	2		8	8		
2.6	Регулирующие органы, исполнительные механизмы, датчики АСР		7	2					
2.7	Технологический процесс как объект управления	7	8-9	4		8	4		
2.8	Устойчивость АСР. Запасы устойчивости		10-11	4		8	4		
<b>3</b>	<b>Диагностика ХТП</b>							35	Рейтинг-контроль № 2
3.1	Основные измерительные схемы приборов автоматического контроля.		12-13	4					

3.2	Нормирующие преобразователи. Методы и приборы для измерения параметров ХТП	7	14-15	4			2		
<b>4</b>	<b>Основы проектирования СУ</b>							32	
4.1	Задание на разработку СУ. Структурные и функциональные схемы управления.	7	16	2					Рейтинг-контроль № 3
4.2	Типовые функциональные схемы АСР параметрами ХТП		17-18	4					
	<b>Всего за 7-й семестр</b>			36		36		144	Экзамен (36)
	Наличие в дисциплине КП/КР				+				КР
	<b>Итого по дисциплине</b>			<b>36</b>		<b>36</b>		<b>144</b>	<b>Экзамен (36) КР</b>

**Тематический план  
форма обучения – заочная (5 лет)**

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/ тем дисциплин	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практ. занятия	Лаборат. работы	В форме практич. подготовки		
1	Основные понятия, основные принципы управления и виды алгоритмов.	9	1					51	Рейтинг-контроль № 1
2	<b>Основы теории автоматического управления</b>	9						102	
2.1	Структурная схема АСР		2						
2.2	Динамический анализ. Передаточные функции элементов АСР, разомкнутой и замкнутой АСР.		3	2		2			
2.3	Частотный метод исследования АСР		4						
2.4	Типовые динамические звенья и их характеристики.		5						
2.5	Законы управления, типы регуляторов		6	2		4	4		
2.6	Регулирующие органы, исполнительные механизмы, датчики АСР		7						
2.7	Технологический процесс как объект управления		8-9						
2.8	Устойчивость АСР. Запасы устойчивости		10-11	2		2	2		

3	<b>Диагностика ХТП</b>								
3.1	Основные измерительные схемы приборов автоматического контроля. Нормирующие преобразователи.	9	12-13					65	Рейтинг-контроль № 3
3.2	Методы и приборы для измерения параметров ХТП		14						
4	<b>Основы проектирования СУ</b>	9						65	
4.1	Задание на разработку СУ. Структурные и функциональные схемы управления.		15-16						
4.2	Типовые функциональные схемы АСР параметрами ХТП		17-18						
	<b>Всего за 9-й семестр</b>			6		8		283	Экзамен (27)
	Наличие в дисциплине КП и КР				+				КР
	<b>Итого по дисциплине</b>			<b>6</b>		<b>8</b>		<b>283</b>	<b>Экзамен (27), КР</b>

**Тематический план  
форма обучения – заочная (3 года)**

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/ тем дисциплин	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практ. занятия	Лаборат. работы	В форме практич. подготовки		
1	Основные понятия, основные принципы управления и виды алгоритмов.	6	1					31	
2	<b>Основы теории автоматического управления</b>	6						50	
2.1	Структурная схема АСР		2						
2.2	Динамический анализ. Передаточные функции элементов АСР, разомкнутой и замкнутой АСР.		3	2		4	3		
2.3	Частотный метод исследования АСР		4	2					
2.4	Типовые динамические звенья и их характеристики.		5						Рейтинг-контроль № 1
2.5	Законы управления, типы регуляторов		6	2		4	2		
2.6	Регулирующие органы, исполнительные механизмы, датчики АСР		7						
2.7	Технологический процесс как объект управления		8-9	2		4	2		Рейтинг-контроль № 2
2.8	Устойчивость АСР. Запасы устойчивости		10-11						



3	<b>Диагностика ХТП</b>								
3.1	Основные измерительные схемы приборов автоматического контроля.	6	12-13					42	Рейтинг-контроль № 3
3.2	Нормирующие преобразователи. Методы и приборы для измерения параметров ХТП		14						
4	<b>Основы проектирования СУ</b>	6	15-16					46	
4.1	Задание на разработку СУ. Структурные и функциональные схемы управления.								
4.2	Типовые функциональные схемы АСР параметрами ХТП		17-18						
	<b>Всего за 6-й семестр</b>			8		12		169	Экзамен (27), КР
	Наличие в дисциплине КП и КР				+				КР
	<b>Итого по дисциплине</b>			<b>8</b>		<b>12</b>		<b>169</b>	<b>Экзамен (27), КР</b>

**Тематический план**  
**Форма обучения – заочная (3.5 года)**

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/ тем дисциплин	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практ. занятия	Лаборат. работы	В форме практич. подготовки		
1	Основные понятия, основные принципы управления и виды алгоритмов.	7	1					10	Рейтинг-контроль № 1
2	<b>Основы теории автоматического управления</b>	7						20	
2.1	Структурная схема АСР Динамический анализ.		2	2		2			
2.2	Передаточные функции элементов АСР, разомкнутой и замкнутой АСР.		3						
2.3	Частотный метод исследования АСР		4						
2.4	Типовые динамические звенья и их характеристики.		5						
2.5	Законы управления, типы регуляторов		6	2		4	4		
2.6	Регулирующие органы, исполнительные механизмы, датчики АСР		7						
2.7	Технологический процесс как объект управления		8-9						
2.8	Устойчивость АСР. Запасы устойчивости		10-11	2		2	2		

3.	<b>Диагностика ХТП</b>	7	12-13					18	
3.1	Основные измерительные схемы приборов автоматического контроля.								
3.2	Нормирующие преобразователи. Методы и приборы для измерения параметров ХТП		14 15-16						
4.	<b>Основы проектирования СУ</b>	7						19	
4.1	Задание на разработку СУ. Структурные и функциональные схемы управления.		17						
4.2	Типовые функциональные схемы АСР параметрами ХТП		18						
	<b>Всего за 7-й семестр</b>			6		8		67	Экзамен (27), КР
	Наличие в дисциплине КП и КР				+				КР
	<b>Итого по дисциплине</b>			<b>6</b>		<b>8</b>		<b>67</b>	<b>Экзамен (27), КР</b>

## Содержание лекционных занятий по дисциплине

### Тема № 1 Основные понятия.

**Содержание.** 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 по возмущению, управление по отклонению. Основные виды алгоритмов функционирования: стабилизация, программное управление, следящие системы, оптимальное управление.

### Тема № 2. Основы теории автоматического управления.

#### Тема 2.1

**Содержание.** Структурная схема замкнутой АСР, ее элементы. Динамический анализ, задачи динамического анализа, классификация АСР по характеру воздействия регулятора на объект регулирования, показатели качества регулирования.

#### Тема 2.2

**Содержание.** Передаточная функция 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.

**Содержание.** Частотный метод исследования АСР и ее элементов. Частотные характеристики. Определение частотных характеристик.

#### Тема 2.4.

**Содержание.** Типовые динамические звенья, их свойства, передаточные функции и частотные характеристики.

#### Тема 2.5.

**Содержание.** Основные законы управления. Типы промышленных регуляторов. Релейное регулирование.

#### Тема 2.6.

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

#### Тема 2.7.

**Содержание.** Технологический процесс как объект управления. Динамические и статические свойства ОУ. Создание математических описаний ОУ на основе обработки экспериментальной кривой разгона. Аналитический метод создания мат. описаний.

#### Тема 2.8.

**Содержание.** Устойчивость системы управления как необходимое условие технической пригодности к промышленной эксплуатации. Критерии устойчивости, запасы устойчивости.

### Тема № 3. Диагностика химико-технологических процессов

**Содержание.** Основные измерительные схемы приборов автоматического контроля. Нормирующие преобразователи. Приборы для измерения температуры, давления. Методы и приборы для измерения уровня жидкостей и сыпучих материалов. Приборы для измерения расхода. Методы и приборы для измерения влажности сыпучих материалов.

### Тема № 4. Основы проектирования автоматических систем управления

**Содержание** Задание на разработку систем управления. Структурные и функциональные схемы управления. Условные обозначения и изображения на функциональных схемах. Типовые функциональные схемы АСР уровня. Функциональные

схемы АСР расхода топлива, температуры в теплообменниках с применением приборов и средств пневмоавтоматики и объектах с электрообогревом.

## **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

### **Тема № 2.**

#### **Содержание.**

1. Исследование объекта регулирования на основе обработки экспериментальной кривой разгона.
2. Расчет и исследование на ЭВМ АСР с различными законами регулирования.
3. Динамический анализ АСР с применением различных регуляторов.
4. Частотный метод исследования АСР.
5. Моделирование и расчет на ЭВМ АСР на заданные запасы устойчивости.

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

### **5.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **Рейтинг-контроль № 1**

1. Что такое кривая разгона?
  - Функция отклика на ступенчатое возмущение.
  - Функция отклика на импульсное возмущение.
  - Функция на синусоидальное возмущение.
2. Какую составляющую нужно ввести в закон регулирования, чтобы исключить статическую ошибку?
  - Дифференциальную.
  - Интегральную.
  - Пропорциональную.
3. Какими эффективными динамическими характеристиками оцениваются объекты управления (ОУ)?
  - Время запаздывания, постоянная времени и  $T_{95}$ .
  - Время регулирования и динамическая ошибка.
  - Степень затухания, динамическая ошибка и время регулирования.
4. Чему равна общая передаточная функция последовательно соединенных звеньев?
  - Сумме передаточных функций отдельных звеньев.
  - Произведению передаточных функций отдельных звеньев.
  - Отношению передаточной функции первого звена к передаточной функции последнего звена.
5. Чему равна общая передаточная функция параллельно соединенных звеньев?
  - Сумме передаточных функций отдельных звеньев.
  - Произведению передаточных функций отдельных звеньев.
  - Отношению передаточной функции первого звена к передаточной функции последнего звена.
6. Для каких регуляторов характерна статическая ошибка регулирования?
  - П- и ПИ- регуляторов.

- П и ПД регуляторов.
  - ПИД и ПД регуляторов.
7. Какая АСР будет нейтральной?
    - Система, в которой наблюдается сходящийся колебательный процесс.
    - Система, в которой наблюдается расходящийся колебательный процесс.
    - Система, в которой наблюдается колебательный переходный процесс с постоянной амплитудой.
  8. Что называется передаточной функцией?
    - Отношение входного сигнала к выходному, преобразованных по Лапласу, при нулевых начальных условиях.
    - Отношение выходного сигнала к входному при нулевых начальных условиях.
    - Отношение выходного сигнала к входному, преобразованных по Лапласу, при нулевых начальных условиях.
  9. Для чего необходимо знать эффективные динамические характеристики ОУ?
    - Выбрать регулятор по воздействию его на ОУ.
    - Рассчитать показатели качества регулирования.
    - Выбрать регулятор и рассчитать параметры настройки регулятора.
  10. Какую составляющую нужно ввести в закон регулирования, чтобы увеличить быстродействие АСР?
    - Дифференциальную.
    - Пропорциональную.
    - Интегральную.

### Рейтинг-контроль № 2

1. Критерий устойчивости Найквиста: АСР устойчива в замкнутом состоянии, если АФЧХ разомкнутой АСР на комплексной плоскости:
  - Охватывает точку с координатами  $(-1, i0)$ .
  - Не охватывает точку с координатами  $(-1, i0)$ .
  - Проходит через точку с координатами  $(-1, i0)$ .
2. Будет ли устойчива АСР согласно критерию Гурвица, характеристическое уравнение которой имеет вид  $1.5*S^3 + S^2 - 0.4*S + 5 = 0$ 
  - Будет.
  - Не будет.
  - На границе устойчивости.
3. Что такое годограф?
  - Объединенная амплитудно-фазовая частотная характеристика.
  - Амплитудно-частотная характеристика.
  - Фазово-частотная характеристика.
4. Какая АСР будет нейтральной?
  - Система, в которой наблюдается сходящийся колебательный процесс.
  - Система, в которой наблюдается расходящийся колебательный процесс.
  - Система, в которой наблюдается колебательный переходный процесс с постоянной амплитудой.
5. Какими эффективными динамическими характеристиками оцениваются объекты управления (ОУ)?
  - Время запаздывания, постоянная времени и  $T95$ .
  - Время регулирования и динамическая ошибка.
  - Степень затухания, динамическая ошибка и время регулирования.
6. Чему равна общая передаточная функция последовательно соединенных звеньев?

- Сумме передаточных функций отдельных звеньев.
  - Произведению передаточных функций отдельных звеньев.
  - Отношению передаточной функции первого звена к передаточной функции последнего звена.
7. Чему равна общая передаточная функция параллельно соединенных звеньев?
- Сумме передаточных функций отдельных звеньев.
  - Произведению передаточных функций отдельных звеньев.
  - Отношению передаточной функции первого звена к передаточной функции
8. Какие бывают запасы устойчивости?
- По модулю.
  - По фазе.
  - По модулю и по фазе.
9. «Свободное движение» АСР описывается
- Однородным дифференциальным уравнением.
  - Алгебраическим уравнением.
  - Уравнением в частных производных
10. Критерий устойчивости Найквиста – это
- Алгебраический критерий.
  - Фазово-частотный критерий.
  - Дифференциальный критерий.

### **Рейтинг-контроль № 3**

1. Какой первичный преобразователь может быть использован для измерения уровня полимера?
  - Поплавковый контактный.
  - Пьезометрический.
  - Дифманометрический.
2. Чем определяется класс точности измерительного прибора?
  - Относительной погрешностью измерения.
  - Абсолютной погрешностью измерения.
  - Относительной приведенной погрешностью.
3. Какой первичный преобразователь температуры (термопара) может использоваться при измерении температуры выше 600° С?
  - ХА
  - ХК
  - ТПП
4. С помощью какой схемы в промышленных электронных автоматических мостах подключается термометр сопротивления?
  - Однопроводной.
  - Двухпроводной.
  - Трехпроводной.
5. С помощью каких проводов подключается термопара к электронным автоматическим потенциометрам?
  - Медных.
  - Алюминиевых.
  - Проводами проводников термопары.
6. Какие первичные преобразователи используются для измерения уровня сыпучих материалов?
  - Дилатометрические.

- Емкостные.
  - Пьезометрические.
7. Какую составляющую нужно ввести в закон регулирования, чтобы исключить статическую ошибку?
    - Дифференциальную.
    - Пропорциональную.
    - Интегральную.
  8. Какую составляющую нужно ввести в закон регулирования, чтобы увеличить быстродействие АСР?
    - Дифференциальную.
    - Пропорциональную.
    - Интегральную.
  9. Какая АСР будет нейтральной?
    - Система, в которой наблюдается сходящийся колебательный процесс.
    - Система, в которой наблюдается расходящийся колебательный процесс.
    - Система, в которой наблюдается колебательный переходный процесс с постоянной амплитудой.
  10. Какими эффективными динамическими характеристиками оцениваются объекты управления (ОУ)?
    - Время запаздывания, постоянная времени и  $T_{95}$ .
    - Время регулирования и динамическая ошибка.
    - Степень затухания, динамическая ошибка и время регулирования.

## 5.2. Промежуточная аттестация

### Вопросы к экзамену

1. Основные функции систем управления.
2. Задачи систем управления на примере непрерывного технологического процесса.
3. Основные виды алгоритмов СУ
4. Основные принципы управления.
5. Структурная схема одноконтурной АСР и ее основные элементы.
6. Классификация АСР по характеру воздействия регулятора на объект управления.
7. Динамический анализ АСР и ее элементов. Задачи динамического анализа.
8. Виды типовых возмущений и функции отклика на них.
9. Преобразование Лапласа и его свойства.
10. Решение дифференциальных уравнений операторным методом.
11. Передаточная функция элементов АСР. Нахождение передаточной функции по известному дифференциальному уравнению. Пример.
12. Правила преобразования структурных схем (последовательное и параллельное соединение).
13. Основные показатели качества регулирования и их определение по кривой переходного процесса для релейных АСР .
14. Основные показатели качества регулирования и их определение по кривой переходного процесса для непрерывных 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. Определение частотных характеристик по передаточной функции элементов и АСР.



19. Частотные характеристики АСР и ее элементов. Алгоритм построения годографа.
20. Основные законы регулирования и типы регуляторов. П-, ПИ- регуляторы. Их свойства и характеристики.
21. Основные законы регулирования и типы регуляторов. ПД-, ПИД- регуляторы. Их свойства и характеристики.
22. Математическое описание объекта управления на основе экспериментальной кривой разгона.
23. Типы регулирующих органов. Математическое описание.
24. Типы исполнительных механизмов и их назначение.
25. Датчик АСР как элемент системы. Назначение датчика. Математическое описание в виде передаточной функции.
26. Устойчивость линейных АСР. Понятие устойчивости по Ляпунову
27. Критерии устойчивости. Критерий устойчивости Гурвица.
28. Определение частотных характеристик по передаточной функции элементов и АСР. Вывести выражения для АЧХ и ФЧХ, если передаточная функция имеет вид:
 
$$W(p) = \frac{ke^{-p\tau_{\text{эл}}}}{(T_1p + 1)T_2p}$$
 провести анализ для построения годографа.
29. Амплитудно-фазовый критерий устойчивости Найквиста.
30. Расчет АСР на заданные запасы устойчивости.
31. Расчет запасов устойчивости по модулю и по фазе.
32. Пневматический унифицированный преобразователь ГСП.
33. Компенсационный метод измерения напряжения.
34. Мостовая схема измерения сопротивления. Условие равновесия моста.
35. Методы и приборы для измерения температуры.
36. Методы и приборы для измерения расхода. Расходомеры переменного и постоянного перепада давления.
37. Методы измерения уровня сыпучих материалов. Типы первичных преобразователей
38. Методы и приборы для измерения давления. Типы чувствительных элементов.
39. Функциональная схема АСР. Изображение основных элементов автоматики и обозначение их по функциональным признакам.
40. Типовая функциональная схема регулирования уровня в загрузочном бункере.

### 5.3. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов проводится в соответствии с тематическим планом курса. Студенты получают вопросы по каждой теме. Контроль знаний осуществляется в виде устного вопроса на лабораторных занятиях, при промежуточном тестировании и при защите курсовой работы.

#### Вопросы для самостоятельной проработки:

1. Что такое принцип управления?
2. Что такое алгоритм функционирования?
3. Примеры алгоритмов функционирования.
4. 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.
12. Определение частотных характеристик по передаточной функции элемента или АСР. Привести примеры.
13. Типовые динамические звенья, свойства, их передаточные функции и частотные характеристики.
14. Основные законы управления. Типы промышленных регуляторов. Релейные регуляторы.
15. Регулирующие органы и исполнительные механизмы.
16. Технологический процесс как объект управления.
17. Задание на разработку систем управления.
18. Приборы и методы измерения свойств материалов (температуры, давления, уровня, расхода).
19. Структурные и функциональные схемы управления.
20. Что такое совмещенный чертеж?
21. Примеры типовых функциональных схем.

### **Курсовая работа**

Темы курсовых работ выдаются каждому студенту индивидуально. Все расчеты при выполнении КР проводятся на ЭВМ.

#### **Темы курсовых работ**

1. Рассчитать АСР температуры тепловой зоны экструдера.
2. Рассчитать АСР температуры вала каландра
3. Рассчитать АСР температуры пресс-формы.
4. Рассчитать АСР уровня сыпучего материала в промежуточной емкости
5. Рассчитать АСР температуры тепловой зоны литьевой.
6. Рассчитать АСР расхода пара, подаваемого в рубашку сушилки

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

- Расчет кривой разгона ОУ по известному математическому описанию и определение его динамических характеристик.
- Передаточные функции разомкнутой и замкнутой АСР.
- 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.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Наличие в электронном каталоге ЭБС	
Основная литература			
1. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами: Учебное пособие/ <b>В.П.Ившин, М.Ю. Перухин.</b> – М.:НИЦ ИНФРА-М. 400 с.	2014	<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=430323">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=430323</a> ).	
2. <b>Барабанов, Николай Николаевич.</b> Расчет одно-контурных и многоконтурных автоматических систем регулирования на ЭВМ : учебное пособие / Н. Н. Барабанов, В. Т. Земскова ; Владимирский государственный университет (ВлГУ) .— Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ).— 51 с. : ил., табл. — Имеется элек. вер.— Библиогр.: с. 50.	2002	<a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/527">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/527</a>	
3. <b>Барабанов, Николай Николаевич.</b> Расчеты химико-технологических процессов в системе MatLab: учебное пособие / Н. Н. Барабанов, В. Т. Земскова ; Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ) .— Владимир : — 102 с. : ил., табл. — Имеется электронная версия .— Библиогр.: с. 101.	2011	<a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/3052">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/3052</a>	
Дополнительная литература			
1. <b>Барабанов Николай Николаевич</b> Методические указания к лабораторной работе «Исследование влияния запаздывания на устойчивость и показатели качества	2002	<a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/870">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/870</a>	

регулируемая» по дисциплине "Системы управления ХТП".		
<b>2. Шишов Олег Викторович.</b> Технические средства автоматизации и управления. Изд-во: Инфра-М. Учебное пособие. ISBN 978-5-16-010325-9	2021	<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=361160">https://znanium.com/catalog/document?id=361160</a>
<b>3 Ившин Валерий Петрович, Перухин Марат Юрьевич.</b> Современная автоматика в системах управления технологическими процессами: Изд-во: Инфра-М.: Учебник. ISBN 978-5-16-016698-8	2021	<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=377775">https://znanium.com/catalog/document?id=377775</a>

## 6.2. Периодические издания

1. Известия высших учебных заведений: науч.-техн. журн. Химия и химическая технология. Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново: [б. и.], ISSN 0579-2991.

## 6.3. Интернет-ресурсы

1. <http://www.fptl.ru/biblioteka/paht.html>
2. <http://alumni.pharminnotech.com/biblioteka/paht>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий лабораторного типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Лабораторные занятия проводятся в специализированном компьютерном классе.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Windows 7; Microsoft Open License 62857078; MS Office 2010 Microsoft Open License 65902316, Matlab – 12.

Рабочую программу составил доцент кафедры ХТ  Земскова В.Т.

Рецензент:

(представитель работодателя) ООО «Промпласт», директор, Тиманцев Я.А. 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ

Протокол № 1 от 30.08.2021 года

Заведующий кафедрой  Ю.Т.Панов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 18.03.01 «Химическая технология»

Протокол № 1 от 30.08.2021 года

Председатель комиссии  Ю.Т.Панов

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий

кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий

кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий

кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий

кафедрой \_\_\_\_\_