

Энгельсский технологический институт (филиал)  
Федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.»  
Кафедра «Технология и оборудование химических,  
нефтегазовых и пищевых производств»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б.1.1.23 «Системы управления химико-технологическими процессами»  
(шифр и наименование дисциплины по УП)

Направление подготовки 18.03.01 «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»  
Профиль подготовки: «ТЕХНОЛОГИЯ И ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИМЕРОВ»,

форма обучения – очная  
курс – 4  
семестр – 7 семестр  
зачетных единиц – 3  
часов в неделю – 3  
всего часов – 108  
в том числе:  
лекции – 16  
коллоквиумы – нет  
практические занятия – 16  
лабораторные занятия – 16  
самостоятельная работа – 60  
зачет – нет  
экзамен – 7 семестр  
РГР – нет  
курсовая работа – нет  
курсовой проект – нет

Рабочая программа обсуждена на заседании  
кафедры ТОХП  
20.06.2022 года, протокол №10  
Зав. кафедрой Левкина Н.Л.Левкина

Рабочая программа утверждена  
на заседании УМКН направления НФГД  
27.06.2022 года, протокол №5  
Председатель УМКН Левкина Н.Л.Левкина

Энгельс 2022

# 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

## 1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины Б.1.1.23. «Системы управления химико-технологическими процессами» состоит в более глубокой подготовке специалистов в области создания и эксплуатации технологического оборудования химических производств.

Дисциплина ориентирована на бакалавров, занимающихся обслуживанием и проектированием оборудования химических производств.

Знание особенностей функционирования систем автоматического управления позволит специалистам-технологам по показаниям приборов контроля, а также особенностям функционирования средств и систем автоматизации оценить состояние оборудования в процессе его нормальной эксплуатации и обеспечить его бесперебойную и безаварийную работу.

Задачей курса является представление проблемы обеспечения высокого уровня автоматизации производств химической промышленности. Основное внимание обращается на вопросы определения показателей надежности (на уровне выбора схем, конструкций, расчетов, проектирования, правильной эксплуатации и обслуживания, диагностики и ремонта), а также общие вопросы количественного оценивания показателей автоматизации и технического уровня оборудования.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Системы управления химико-технологическими процессами» базируется на дисциплинах учебного плана подготовки бакалавров, предшествующих указанной дисциплине: «Математика», «Общая химическая технология», «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Процессы и аппараты химической технологии».

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ПК-1: способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

### **3.1 Знать:**

- методы построения технологических схем на основе химико-технологических процессов;

- особенности функционирования систем автоматического управления;
- методы разработки алгоритмов управления химико-технологических процессов.

**3.2 Уметь:** применять методы анализа и синтеза систем автоматического управления химико-технологическими процессами.

**3.3 Владеть:**

- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования;
- особенностями функционирования средств и систем автоматизации и обеспечить их бесперебойную и безаварийную работу.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Из них					
				Всего	Лекции	Коллоквиумы	Лабораторные	Практические	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,3	1	Функциональные схемы КИП и А	24	2	-	2	2	16
1	5,7	2	Основные технологические параметры и выбор измерительных приборов для их контроля	24	4	-	4	6	10
1	9,11	2	Измерение физико-химических свойств и состава вещества-	24	4	-	4	6	10
2	13,15	3	Математические модели АСР	24	4	-	2	2	16
2	17,18	3	Промышленные автоматические регуляторы	12	2	-	2	2	8
				108	16		16	16	60

## 5. Содержание лекционного курса

№ те- мы	Всего часов	№ лекции	Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции.	
1	2	3	4	5
1	2	1,2	Функциональные схемы КИП и А Элементы и системы измерительной техники в производствах. Функции локальных систем автоматизации технологических процессов	1-9
2	4	3,4	Основные технологические параметры и выбор измерительных приборов для их контроля. Измерение температуры Измерение давления, уровня жидкостей и сыпучих материалов Измерение расхода и количества вещества	1-9
2	4	5,6	Измерение физико-химических свойств и состава вещества-	1-9
3	4	1,2	Основные понятия теории автоматического управления Математические модели АСР и отдельных звеньев Надежность АСУ ТП.	1-9
3	2	7	Промышленные автоматические регуляторы Понятия и определения автоматического регулирования технологических процессов Серийные промышленные регуляторы Системы дистанционного измерения и управления Проектирование и наладка промышленных систем регулирования. Определение оптимальных настроек регуляторов.	1-9

## 6. Содержание коллоквиумов

Учебным планом не предусмотрены

## 7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ раб.	Наименование практических работ.
1	2	3	4
1	4	1	Типовые схемы автоматизации. Возможные пути решения схем автоматизации.
2	10	1	Основные технологические параметры. Выбор измерительных приборов для контроля технологических параметров
3	4	2	Основные понятия теории автоматического управления Математические модели АСР и отдельных звеньев Надежность АСУ ТП. Понятия и определения автоматического регулирования технологических процессов

### 8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	№ раб.	Наименование лабораторной работы. Вопросы, отработанные на лабораторном занятии
1	2	3	4
	3	1	Двухпозиционное регулирование воздуха с помощью электроконтактного манометра
	4	2	Определение погрешностей показаний пружинных манометров
	2	3	Поверка градуировки логометра
	3	4	Градуировка термомпары
	2	5	Исследование индуктивного преобразователя

### 9. Задания для самостоятельных работ студентов

№ темы	Всего час	Вопросы для самостоятельного изучения	Литература
1	16	Статическая характеристика измерительного прибора. Чувствительность, цена деления, порог чувствительности прибора. Динамическая характеристика измерительного прибора. Динамическая чувствительность датчика. Частотная характеристика измерительного преобразователя. Методы уменьшения систематической составляющей погрешности. Структурные методы уменьшения погрешности. Понятие градуировки датчиков. Прямая градуировка датчика. Косвенная градуировка датчика.	1-6
2	10	Измерение температуры твердых тел и поверхностей. Измерение температур газовых потоков. Пирометры излучения. Принцип действия. Пирометры спектрального отношения. Пирометры полного излучения. Датчики для измерения больших давлений при высокой температуре. Индуктивные датчики давления. Датчик давления со следящей системой с уравниванием силы. Манометр Пирани. Калориметрические расходомеры. Дозирование сыпучих материалов. Одноагрегатные и двухагрегатные дозаторы непрерывного действия. Типы грузоприемных устройств ленточных дозаторов непрерывного действия. Дозирование жидких материалов. Характеристики течения жидкости в трубах. Локальные уравнения однофазного течения. Термоанемометры с нагретой металлической лентой. Ионный анемометр.	1-6
2	10	Идеальная (ньютоновская) жидкость. Напряжение сдвига. Простые вязкоупругие жидкости. Тело Сен-Венана. Реологические модели тел Максвелла и Фойгта (Кельви-	1-6

		<p>на). Уравнение Эйринга-Пуазеля. Степенное уравнение. Вискозиметр с коаксиальными цилиндрами. Электроды первого и второго рода. Поляризация. Перенапряжение. Уравнение Нернста-Айзенмана. Натриевая ошибка. Коэффициент селективности.</p> <p>Диффузионный ток электролиза. Капающий ртутный электрод. Закон Фика. Уравнение Ильковича. Зависимость тока от температуры. Основы диэлькометрических методов анализа. Охарактеризуйте объект и перечислите особенности контуров стабилизации расхода, нарисуйте схему автоматизации. Какие требования предъявляются к системам автоматического регулирования давления? Нарисуйте схему автоматизации. На какие группы по соотношению <math>\tau/T</math> разделяются системы автоматического регулирования температуры? Какие применяются способы установки чувствительного элемента датчика температуры для улучшения качества работы системы регулирования? По каким признакам классифицируются системы автоматической стабилизации уровня?</p> <p>Опишите порядок формулирования требований к автоматической системе. Перечислите инженерные методы рационального синтеза структуры системы</p>	
3	16	<p>В каких случаях схемы автоматической стабилизации параметров процессов строятся на средствах вычислительной и микропроцессорной техники? Какие законы регулирования в большинстве случаев применяются в системах автоматической стабилизации параметров? На основании каких критериев выбираются конкретные законы регулирования технологических параметров? Какие методы используются для выбора регуляторов и параметров их настроек в системах автоматической стабилизации параметров процессов?. Что такое матрица Бристоля? Каковы особенности применения средств вычислительной техники для управления периодическими процессами?</p>	1-6
3	8	<p>Линеаризация статической характеристики мостовой схемы. Мостовые схемы с коррекцией влияния температуры. Устранение влияния соединительных проводов. Трехпроводная, четырехпроводная схемы включения датчика в мост. Измерение параметров емкостного датчика. Измерение параметров индуктивного датчика. Генераторные измерительные схемы. Схемы с генерированием синусоидальных колебаний. Измерительные схемы релаксационного типа.</p>	1-6

## 10. Расчетно-графическая работа

Учебным планом не предусмотрена

## 11. Курсовая работа

Учебным планом не предусмотрена

## 12. Курсовой проект

Учебным планом не предусмотрен

## 13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины Б.1.1.23. «Системы управления химико-технологическими процессами» должны сформироваться профессиональные компетенции ПК-1.

Под компетенциями понимается

ПК-1: способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.

Код компетенции	Этап формирования	Показатели оценивания	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
ПК-1	7 семестр	1. Знание методов построения технологических схем на основе химико-технологических процессов; особенностей функционирования систем автоматического управления; методов разработки алгоритмов управления химико-технологических процессов. 2. Умение применять методы анализа и синтеза систем автоматического управления химико-технологическими процессами. 3. Владение методами определения оптимальных и ра-	Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
			Текущий контроль в форме отчета по лабораторным и практическим работам, тестирование, экзамен.	Лабораторные и практические работы, вопросы и тестовые задания, вопросы к экзамену.	5-ти бальная шкала

		циональных технологических режимов работы оборудования; особенностями функционирования средств и систем автоматизации и обеспечить их бесперебойную и безаварийную работу			
--	--	---	--	--	--

Для формирования данных компетенций необходимы базовые знания разделов Б. 2.1.1 «Математика», Б. 3.1.5 «Общая химическая технология, Б. 2.1.3 «Физика», Б. 2.1.4 «Общая и неорганическая химия», Б. 3.1.6. «Процессы и аппараты химической технологии».

### Вопросы к экзамену

1. Функции локальных систем автоматизации технологических процессов. Автоматический контроль и сигнализация.
2. Функции локальных систем автоматизации технологических процессов. Автоматическое регулирование.
3. Функции локальных систем автоматизации технологических процессов. Автоматический пуск и остановка, автоматическая защита.
4. Основные технологические параметры и выбор измерительных приборов для их контроля.
5. Измерение температуры. Термометры расширения.
6. Измерение температуры. Манометрические термометры.
7. Измерение температуры. Электрические термометры сопротивления.
8. Измерение температуры. Термоэлектрические термометры.
9. Измерение давления.
10. Измерение уровня жидкостей и сыпучих материалов.
11. Измерение расхода и количества вещества.
12. Измерение физико-химических свойств и состава вещества. Измерение плотности.
13. Измерение физико-химических свойств и состава вещества. Измерение вязкости.
14. Измерение физико-химических свойств и состава вещества. Измерение концентрации растворов.
15. Измерение физико-химических свойств и состава вещества. Измерение состава газовых смесей.
16. Системы дистанционного измерения и управления.
17. Понятия и определения автоматического регулирования технологических процессов.
18. Математические модели АСР и отдельных звеньев.
19. Элементы автоматического регулирования.
20. Серийные промышленные регуляторы.



21. Многоконтурные АСР.
22. Промышленные автоматические регуляторы.
23. Позиционные регуляторы.
24. Пропорциональные регуляторы.
25. Интегральные, пропорционально-интегральные, ПИД- регуляторы
26. Надежность АСУ ТП.
27. Погрешности измерений и измерительных приборов.
28. Основные понятия теории автоматического управления (ТАУ)
29. Линеаризация дифференциальных уравнений
30. Преобразование Лапласа и передаточные функции
31. Временные динамические характеристики
32. Частотные характеристики
33. Соединения элементов (элементарных звеньев)
34. Типовые звенья (элементы) для представления любых САУ
35. Устойчивость и качество САУ
36. Критерии устойчивости Рауса-Гурвица.
37. Критерии устойчивости Михайлова.
38. Критерии устойчивости Найквиста.

#### 14. Образовательные технологии

При чтении лекций используются презентации, научно-популярные фильмы, позволяющие наиболее информативно и наглядно изложить материал.

В рамках лабораторных занятий предусмотрено обсуждение литературных и экспериментальных данных, свидетельствующих об изменении структуры полимеров. Проведение подобных занятий позволяет закрепить полученные знания, развить творческий подход к решению проблемы, осмысленно подойти к выбору состава композитов для выполнения конкретных задач.

Достижение цели и задач изучаемой дисциплины предусматривает самостоятельную работу студентов, состоящую в систематическом изучении учебной и периодической литературы по темам, в подготовке к лабораторным и практическим занятиям, к промежуточному контролю и экзамену.

#### 15. Список основной и дополнительной литературы по дисциплине

##### Основная литература

1. Коновалов Б.И. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: учебное методическое пособие/ Коновалов Б.И., Лебедев Ю.М.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный универси-

тет систем управления и радиоэлектроники, 2010.— 162 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13869>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

2. Храменков В.Г. Автоматизация производственных процессов [Электронный ресурс]: учебник/ Храменков В.Г.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2011.— 343 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34647>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

3. Федотов А.В. Основы теории автоматического управления [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Федотов А.В.— Электрон. текстовые данные.— Омск: Омский государственный технический университет, 2012.— 279 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/37832>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

#### Дополнительная литература

4. Калиниченко А.В. Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам и автоматике [Электронный ресурс]/ Калиниченко А.В., Уваров Н.В., Дойников В.В.— Электрон. текстовые данные.— Вологда: Инфра-Инженерия, 2015.— 575 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/5075>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

5. Решетняк Е.П. Системы управления химико-технологическими процессами [Электронный ресурс]: конспект лекций для студентов специальности «Биотехнология»/ Решетняк Е.П.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Вузовское образование, 2009.— 213 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8143>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

6. Автоматизация и управление в технологических комплексах [Электронный ресурс]/ А.М. Русецкий [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2014.— 376 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29574>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

7. Решетняк Е.П. Системы управления химико-технологическими процессами [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Решетняк Е.П., Алейников А.К., Комиссаров А.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский военный институт биологической и химической безопасности, Вузовское образование, 2008.— 416 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8144>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

8. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП. Проектирование и разработка [Электронный ресурс]: учебно-практическое пособие/ Федоров Ю.Н.— Электрон. текстовые данные.— Вологда: Инфра-Инженерия, 2016.— 928 с.—

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/5060>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

9. Латышенко К.П. Автоматизация измерений, испытаний и контроля [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Латышенко К.П.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 307 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20390>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

Интернет-ресурсы:

Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>

Сайт научно-технического центра АПМ <http://www.apm.ru/rus/>

*Источники ИОС*

<http://techn.sstu.ru>

## 16. Материально-техническое обеспечение дисциплины

### **Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа**

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 40 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

программное обеспечение: microsoft windows 7, microsoft office 2010 (word, excel, powerpoint), googlechrome

### **Учебная аудитория для проведения занятий практического типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций**

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 40 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

программное обеспечение: microsoft windows 7, microsoft office 2010 (word, excel, powerpoint), googlechrome

### **Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа**

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 40 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

Программное обеспечение: microsoft windows 7, microsoft office 2010 (word, excel, powerpoint), googlechrome

Автор(ы) \_\_\_\_\_ (Апостолов С.П.)

## 17. Дополнения и изменения в рабочей программе

### **Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры**

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

Внесенные изменения утверждены на заседании УМК

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_  
Председатель УМК института \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_