

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института химии
д.х.н., профессор Федотова О.В.

"20" 08 2018 г.

Рабочая программа дисциплины

Системы управления химико-технологическими процессами

Направление подготовки 18.03.01 – Химическая технология

Профиль подготовки

Химическая технология природных энергоносителей и углеродных
материалов



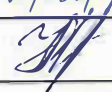
Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Саратов,
2018

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Никифоров Игорь Александрович		20.08.18
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		20.08.18
Заведующий кафедрой	Кузьмина Раиса Ивановна		20.08.18
Специалист Учебно-го управления			

1. Цели освоения дисциплины

Цель преподавания дисциплины "Системы управления ХТП" состоит в формировании компетенций, связанных с управлением и автоматизацией химико-технологических процессов.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Системы управления химико-технологическими процессами» относится к вариативной части ООП по направлению подготовки 18.03.01 – Химическая технология.

Курсу предшествует изучение высшей математики, физики, вычислительной техники и вычислительной математики, аналитической химии, процессов и аппаратов химической технологии, общей химической технологии.

Освоение дисциплины как предшествующей необходимо для усвоения курса «Моделирование и информационные системы в химической технологии».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами»:

готовность использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (ПК-19);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные понятия теории автоматического управления;
-
- структуры и функции систем автоматического управления, методы и законы управления ХТП;

Уметь:

- составлять системы автоматического управления ХТП;
- пользоваться основными типами функциональных устройств систем автоматической диагностики ХТП;

Владеть:

- Современными методами анализа динамических и статических свойств технологического процесса как объекта управления;

4. Структура и содержание дисциплины

«Системы управления химико-технологическими процессами».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				лекции	семинал. зан.	лаб. раб.	срс	
1	Введение	7	1	2		-	-	
2	Основные понятия управления технологическими процессами	7	2-4	6		6	12	Отчет по теме лабораторной работы.
3	Основы теории автоматического управления	7	5-7	6		6	12	Отчет по теме лабораторной работы.
4	Системы автоматического управления.	7	8-10	6		6	12	Отчет по лабораторной работе
5	Диагностика химико-технологического процесса. Методы и средства диагностики	7	11-12	4		6	12	Отчет по лабораторной работе
6	Основы проектирования автоматических систем управления химико-технологическими процессами	7	13-15	6		6	12	Отчет по лабораторной работе
7	Основные сведения об АСУ ТП в химической промышленности	7	16-18	6		6	12	Отчет по лабораторной работе
								Экзамен 36
	Итого:			36		36	108	216

5. Основное содержание лекционного курса.

Введение.

Значение автоматизации для развития химической промышленности на современном этапе. Особенности автоматизации химических производств, её технико-экономический эффект и роль в обеспечении безопасности производства и охраны окружающей среды. Роботы, манипуляторы, микропроцессорная техника, гибкие автоматизированные системы. Связь курса с другими дисциплинами.

Основные понятия управления технологическими процессами

Иерархия управления. Особенности управления предприятием и управления технологическим процессом. Сущность управления параметрами химико-технологического процесса (ХТП). Одномерные и многомерные объекты управления. Экстенсивные и интенсивные параметры ХТП. Возмущающие и управляющие воздействия.

Назначение, цели и функции систем управления технологическими процессами. Непрерывные, периодические и циклические процессы. Деление АСУ на адаптивные и неадаптивные. Общие представления о неадаптивных АСУ. Замкнутые АСУ (управление по отклонению параметра от заданного значения). Разомкнутые АСУ. Управление по возмущающему воздействию. Дискретное управление. Общие представления об использовании ЭВМ в управлении ХТП.

Функциональная блок-схема локальной автоматической одно контурной системы управления и её основные элементы.

Качество управления. Типовые кривые переходных процессов в системах управления. Показатели качества управления.

Основы теории автоматического управления

Декомпозиция АСУ. Звенья направленного ненаправленного действия. Составление дифференциальных уравнений динамики элементов АСУ. Линеаризация уравнений динамики. Теория динамических звеньев АСУ. Статические динамические свойства звеньев. Использование преобразования Лапласа при рассмотрении динамики звеньев АСУ. Передаточная функция звена. Комбинации звеньев: передаточные функции параллельного и последовательного соединения звеньев, обратные связи. Метод исследования динамики АСУ с помощью временных характеристик. Типовые входные воздействия. Метод исследования динамики АСУ с помощью частотных характеристик. Получение временных и частотных характеристик экспериментально и аналитически.

Типовые динамические звенья АСУ. Статические звенья нулевого, первого и второго порядка. Неустойчивые звенья. Звено запаздывания. Интегрирующие и дифференцирующие звенья. Релейные звенья.

Системы автоматического управления

Статические и динамические свойства объектов управления: самовыравнивание емкости, запаздывание. Классификация объектов управления: объекты одномерные и многомерные, с независимыми и связанными параметрами, нейтральные, устойчивые и неустойчивые объекты, объекты одно - и многоемкостные, объекты с распределенными и сосредоточенными параметрами. Методы расчета параметров объектов управления.

Устойчивость АСУ. Связь устойчивости и запаздывания в АСУ. Критерии устойчивости АСУ. Расчет АСУ на устойчивость.

Основные законы управления: пропорциональный, интегральный, ПИ -, ПД - и ПИД - законы. Релейное регулирование.

Инженерные методы выбора закона управления в зависимости от свойств объекта.

Диагностика химико-технологического процесса. Методы и средства диагностики

Функции устройств автоматического контроля в АСУ ТП химических производств. Структурные схемы автоматических диагностирующих систем.

Государственная система приборов. Некоторые элементы метрологии: статические и динамические свойства средств диагностики. Основные методы измерения технологических параметров.

Измерение электрических величин - носителей информации о состоянии химико-технологического процесса. Характеристики измерительных преобразователей. Аналоговые и цифровые системы преобразования. Способы передачи информации на расстояние. Организация дистанционной диагностики процесса.

Контроль основных технологических параметров. Измерение давления. Основные приборы и особенности их эксплуатации в химической промышленности.

Измерение температуры. Контактные и бесконтактные методы. Погрешности измерения

температуры и способы их устранения или учета.

Измерение расхода и количества. Погрешности измерения расхода и количества.

Измерение уровня.

Измерение состава и свойства веществ. Автоматические анализаторы газов и жидкостей.

Основы проектирования автоматических систем управления химико-технологическими процессами

Классификация систем автоматического управления. Одноконтурные и многоконтурные системы. Критерии выбора структуры системы управления ХТП с учетом их особенностей. Прогнозирование качества управления.

Средства организации систем автоматического управления.

Основные разновидности управляющих (регулирующих) устройств, применяемых в системах управления ХТП. Регуляторы прямого и непрямого действия. Принципы построения управляющих устройств: аппаратный, приборный и блочный, особенности их использования для создания одноконтурных и многоконтурных АСУ.

Вспомогательное оборудование. Типы и характеристики исполнительных механизмов и регулирующих органов. Преобразователи, задающие устройства, усилители.

Оформление проектного задания на автоматизацию технологического процесса. Выбор точек контроля и управления (регулирования). Стандарты и условные обозначения для технологических схем.

Заключение Основные выводы по курсу. Современные тенденции в развитии АСУ.

Разделы тем для самостоятельного изучения, подготовки к лабораторным занятиям.

1. Основные понятия управления технологическими процессами
Функциональные структуры локальных, централизованных и иерархических САУ.
2. Основы теории автоматического управления Классификация регуляторов. Выбор типа регулятора. Формульный метод определения настроек регулятора. Оптимальная настройка регуляторов по номограммам.
3. Системы автоматического регулирования
Цифровые регуляторы и их настройка. Алгоритмы цифрового ПИД регулирования. Выбор периода квантования. Упрощенная методика расчета настроек цифрового ПИД регулятора. Расчет настроек цифрового регулятора по формулам.
4. Диагностика химико-технологического процесса
Методы и приборы для измерения температуры, для измерения давления и разряжения, для измерения расхода пара, газа и жидкости, для измерения уровня.
5. Основы проектирования автоматических систем управления
Общий подход к проектированию САУ. Этапы проектирования, регламентированные ГОСТом. Основные этапы исследования и проектирования САУ. Этапы проектирования САУ и комплектность конструкторских документов.
6. Типовые системы автоматического управления в химической промышленности
Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) химической промышленности. Основные понятия. Структура АСУ ТП. Устройства связи с объектом (УСО). Аппаратная и программная платформа контроллеров. Операционная система PC-контроллеров. Средства технологического

программирования контроллеров. Типовые системы аварийного контроля, сигнализации, блокировки и защиты. Примеры.

5. Образовательные технологии

При освоении дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- весь курс лекций сопровождается мультимедийными материалами с использованием проектора.

Практические занятия проводятся в дисплейном классе с использованием пакета программ «SIAM», «Samsim» или др.

Для обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья организуется персональное сопровождение компьютерами в образовательном пространстве, которые выполняют посреднические функции с профессорско-преподавательским составом; увеличивается время на самостоятельное освоение материала.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Предлагаемые ниже вопросы могут быть использованы для оперативного контроля за уровнем усвоения учебного материала студентами:

1. Общие сведения о системах автоматического управления.
2. Цель управления химико-технологическим процессом.
3. Функциональная структура автоматических систем управления технологическим процессом.
4. Задача анализа и синтеза автоматической системы регулирования.
5. Основные определения и понятия.
6. Принципы работы автоматических систем регулирования.
7. Требования к автоматическим системам регулирования.
8. Классификация систем автоматического регулирования.
9. Этапы анализа и синтеза автоматических систем регулирования.
10. Статические и динамические характеристики элементов систем регулирования.
11. Передаточные функции, временные и частотные характеристики.
12. Структурные преобразования.
13. Характеристики типовых динамических звеньев.
14. Типовые законы регулирования.
15. Динамические характеристики объектов регулирования химикотехнологических процессов.
16. Составление уравнений динамики объектов регулирования.

17. Экспериментальные методы получения динамических характеристик объектов регулирования.
18. Виды объектов регулирования.
19. Понятия самовыравнивания, емкости, запаздывания.
20. Анализ работы одноконтурной автоматической системы регулирования.
21. Постановка задачи устойчивости автоматической системы регулирования.
22. Критерии и методы анализа устойчивости линейных автоматических систем регулирования.
23. Определение параметров автоматических систем регулирования.
24. Оценка качества работы автоматических систем регулирования.
25. Методы повышения качества регулирования.
26. Каскадные автоматические системы регулирования.
27. Комбинированные автоматические системы регулирования.
28. Принципы построения адаптивных систем.
29. Виды адаптивных регуляторов технологических процессов.
30. Автоматические системы регулирования типовыми процессами химической технологии.
31. Регулирование тепловых процессов.
32. Регулирование массообменных процессов.
33. Регулирование процессов в химических реакторах.

Основные темы лабораторных занятий

1. Исследование динамических характеристик типовых звеньев АСР.

В этой лабораторной работе изучаются динамические характеристики типовых звеньев, содержится описание передаточных функций и переходных характеристик пропорционального, инерционного, колебательного звеньев, интегратора и звена запаздывания. Работа позволяет студентам экспериментально определить такие характеристики объектов регулирования, как самовыравнивание, емкость, инерционность, запаздывание.

Тема «Основы теории автоматического управления»

2. Построение и изучение частотных характеристик звеньев и АСР.

В этой работе студенты знакомятся с понятием "комплексный коэффициент передачи" (ККП) линейного звена и формами его аналитического и графического представления, в частности амплитудно- и фазо-частотными характеристиками различных динамических звеньев и систем, с их влиянием на устойчивость и качество регулирования. При получении от преподавателя индивидуального задания

необходимо получить частотные характеристики интегратора, инерционного или колебательного звеньев и исследовать влияние параметров звеньев на вид их частотных характеристик.

Тема «Основы теории автоматического управления»

3. Анализ устойчивости АСР.

В этой работе студенты знакомятся с исследованием статических и динамических характеристик объекта управления, с методами анализа устойчивости АСР и проводят экспериментальную проверку справедливости критериев устойчивости динамических систем регулирования.

Тема «Системы автоматического регулирования» Составление уравнений динамики объектов управления и элементов АСУ.

4. Параметрическая оптимизация АСР.

В этой работе студенты знакомятся с понятием синтеза и параметрической оптимизацией линейной САР. Они пользуются приближенными методами оптимизации настроек ПИ- регуляторов с использованием идентификации параметров модели объекта регулирования. Выполняется оценка зависимости качества регулирования от погрешности реализации оптимальных регуляторов.

Тема «Основы проектирования автоматических систем управления»

Практические занятия проводятся в дисплейном классе с использованием пакета программ «SIAM», «Samsim» или др.

Вопросы к курсу

1. Назовите функции локальных систем автоматизации технологических процессов. Что такое автоматический контроль и сигнализация?
2. Как происходит автоматический пуск и остановка, автоматическая защита?
4. Основные технологические параметры и выбор измерительных приборов для контроля
5. Измерение температуры. Термометры расширения.
6. Измерение температуры. Манометрические термометры.
7. Измерение температуры. Электрические термометры сопротивления.
8. Измерение температуры. Термоэлектрические термометры.
9. Общие принципы измерения 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. Математическое регулирование химико-технологических процессов.
21. Математическое регулирование химико-технологических процессов. Химические процессы.
22. Математическое регулирование химико-технологических процессов. Гидродинамические процессы.
23. Математическое регулирование химико-технологических процессов. Тепловые процессы.
24. Серийные промышленные регуляторы.
25. Специальные типы регуляторов.
26. Проектирование и наладка промышленных систем регулирования. Определение оптимальных настроек регуляторов.
27. Многоконтурные АСР.
28. Промышленные автоматические регуляторы.
29. Позиционные регуляторы.
30. Пропорциональные регуляторы.
31. Интегральные, пропорционально-интегральные регуляторы.
32. Надежность АСУ ТП. Оценка и расчет надежности АСУ ТП.
33. Надежность АСУ ТП. Экспериментально-статистические исследования.
34. Надежность АСУ ТП. Анализ полученных результатов.
35. Погрешности измерений и измерительных приборов.
36. Элементы и системы измерительной техники в производствах.
37. Методы измерений, структура измерительных устройств и общие сведения об измерительных приборах.

38. Автоматизация центробежных насосов. Последовательное и параллельное включение центробежных насосов в сеть. Типовая схема автоматизации процесса перемещения жидкости центробежным насосом.
39. Общая характеристика тепловых процессов. Тепловая нагрузка аппарата. Типовая схема автоматизации кожухотрубного теплообменника.
40. Автоматизация процесса перемешивания жидкостей. Информационная схема ТОУ. Типовая схема.
41. Процесс перемещения жидкости. Трубопровод как объект управления.
42. Общая характеристика тепловых процессов. Тепловая нагрузка аппарата. Типовая схема автоматизации кожухотрубного теплообменника.
43. Автоматизация испарителя (кожухотрубного теплообменника с изменяющимся агрегатным состоянием теплоносителя и технологического потока).
44. Автоматизация процесса выпаривания.
45. Функциональная схема регулирования уровня жидкости

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Рабочей программой дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 108 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- изучение отдельных разделов тем дисциплины
 - чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к лабораторным занятиям;
- работу с Интернет-источниками;
- подготовку к различным формам контроля.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требую-

щих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как www.rambler.ru, www.yandex.ru, google.ru, www.yahoo.ru и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 7.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лек-	Лабора-	Практи-	Самостоя-	Автома-	Другие виды	Промежу-	Итого

	ции	торные занятия	ческие занятия	тельная работа	тизирование тестирование	учебной деятельности	точная аттестация (экзамен)	
7	18	32		20			30	100

Программа оценивания учебной деятельности студента
Лекции

Диапазон баллов	Критерий оценки
0 баллов	Посещение менее 5 лекционных занятий (менее 45%)
1-3 балла	Посещение 5-7 лекционных занятий (28-39%)
4-7 баллов	Посещение 8-9 лекционных занятий (44-50%)
8-8 баллов	Посещение 10-11 лекционных занятий (55- 61%)
9-10 баллов	Посещение 12-14 лекционных занятий (67- 78%)
11-13 баллов	Посещение 16-18 лекционных занятий (78- 90%)
14-18 баллов	Посещение 16-18 лекционных занятий (90- 100%) и участие в лекционных дискуссиях

Лабораторные работы

Количество баллов за 1 работу	Критерий оценки
0	Работа не выполнена
1-3	Работа выполнена и оформлена
4-5	Работа выполнена самостоятельно, аккуратно оформлена и сдана в срок

Самостоятельная работа

	0	1-4	5-7	8-10
Реферат	Работа не выполнена	Материал в работе подобран не грамотно, тема до конца не раскрыта	Материал соответствует теме работы, но оформлен не в соответствии с правилами	Материал соответствует теме работы, оформлен в соответствии с правилами и доложен на научном семинаре

Итоговая аттестация

ответ на «отлично» оценивается от 21 до 31 баллов; ответ на «хорошо» оценивается от 12 до 20 баллов; ответ на «удовлетворительно» оценивается от 5 до 11 баллов; ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 4 баллов

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за семестр по данной дисциплине составляет 100 баллов

Таблица 2. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов в оценку:

85-100 баллов	«отлично»
70-84 баллов	«хорошо»
50-69 баллов	«удовлетворительно»
0-49 баллов	«не удовлетворительно»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами».

а) основная литература:

1. Теоретические основы разработки и моделирования систем автоматизации [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Александр Михайлович Афонин, Юрий Николаевич Царегородцев, Алла Медхатовна Петрова, Юлия Евгеньевна Ефремова. - Москва : Издательство "ФОРУМ", 2011. - 192 с. - ISBN 978-5-91134-479-5 : Б. ц. ЭБС "ИНФРА-М"

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) :
Оборудование дисплейного класса Института Химии СГУ

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» и профилю подготовки «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

Автор

к.х.н., доцент

И.А.Никифоров

Программа одобрена на заседании кафедры нефтехимии и техногенной безопасности от «21» февраля 2018 года, протокол № 09.

Программа актуализирована и одобрена на заседании кафедры нефтехимии и техногенной безопасности от «30» августа 2018 года, протокол №1.