МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет»**

**Химико-технологический факультет**

УТВЕРЖДЕНО
Химико-технологический факультет

Декан Шишкин Е.В.
г.

# Системы управления химико-технологическими процессами

## рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

Закреплена за кафедрой **Процессы и аппараты химических и пищевых производств**

Учебный план Направление 18.03.01 Химическая технология

Профиль **Химическая технология органических веществ**

Квалификация **бакалавр**

Срок обучения **4 года**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах: экзамены 8

| Семестр(Курс.Номер семестра на курсе) | **8(4.2)** | | Итого | |
|---|---|---|---|---|
| | УП | ПП | УП | ПП |
| Лекции | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Практические | 45 | 45 | 45 | 45 |
| Итого ауд. | 75 | 75 | 75 | 75 |
| Контактная работа | 75.35 | 75.35 | 75.35 | 75.35 |
| Сам. работа | 69 | 69 | 69 | 69 |
| Часы на контроль | 35.65 | 35.65 | 35.65 | 35.65 |
| Практическая подготовка | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Итого трудоемкость в часах | 180 | 180 | 0 | 0 |

ЛИСТ ОДОБРЕНИЯ, СОГЛАСОВАНИЯ И АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Разработчик(и) программы:

доцент Яблонский В.О. ктн

Рецензент(ы):
(при наличии)

Рабочая программа дисциплины (модуля, практики)
**Системы управления химико-технологическими процессами**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:
Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 922)

составлена на основании учебного плана:
Направление 18.03.01 Химическая технология

Профиль: Химическая технология органических веществ

утвержденного учёным советом вуза от 26.05.2021 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
**Процессы и аппараты химических и пищевых производств**

номер протокола 2021 г.
Зав. кафедрой Новиков Андрей Евгеньевич

СОГЛАСОВАНО:
Химико-технологический факультет
Председатель НМС факультета: Шишкин Е.В.

Протокол заседания НМС от
г. №

Рабочая программа дисциплины (модуля, практики) актуализирована 31.08.2023

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ). ВИД, ТИП ПРАКТИКИ, СПОСОБ И ФОРМА (ФОРМЫ) ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ.

Цель преподавания дисциплины – дать студентам начальные знания по автоматическому управлению химико-технологическими процессами, подготовить их к умению проектировать системы автоматического контроля и регулирования и самостоятельно решать задачи автоматизации химико-технологических процессов при дальнейшей профессиональной деятельности.

Основными задачами изучения дисциплины являются: изучение основ теории автоматического управления химико-технологическими процессами, функций, принципов построения и элементной базы систем автоматического управления, получение знаний о применении методов и средств автоматизации при проектировании новых автоматических систем, овладение методами и средствами измерения параметров технологического процесса, а также умением подбирать соответствующие приборы для его автоматизации, а также анализировать и повышать качество функционирования систем автоматического управления химическими производствами.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| | |
|---|---|
| Цикл (раздел) ОП: | Б1.О |
| **2.1** | **Требования к предварительной подготовке обучающегося:** |
| 2.1.1 | Процессы и аппараты химической технологии |
| 2.1.2 | Безопасность жизнедеятельности |
| 2.1.3 | Математика |
| 2.1.4 | Физика |
| **2.2** | **Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:** |
| 2.2.1 | Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

**ОПК-2: Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности**

*ОПК-2.1: Знает основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики.*

Результаты обучения: Студент знает основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики, теорию функций комплексного переменного и преобразования Лапласа.

*ОПК-2.2: Знает математические теории и методы, лежащие в основе математических моделей.*

Результаты обучения: Студент знает математические теории и методы, лежащие в основе математических моделей.

*ОПК-2.3: Знает технические и программные средства реализации информационных технологий, основы работы в локальных и глобальных сетях, типовые численные методы решения математических задач и алгоритмы их реализации.*

Результаты обучения: Студент знает технические и программные средства реализации информационных технологий систем управления, основы работы в локальных и глобальных сетях, типовые численные методы решения математических задач и алгоритмы их реализации в системах управления.

*ОПК-2.4: Знает физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики.*

Результаты обучения: Студент знает физические основы механики, физики колебаний и волн в применении к системам управления, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики.

*ОПК-2.5: Умеет проводить анализ функций, решать основные задачи теории вероятности и математической статистики, решать уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам, применять математические методы при решении типовых профессиональных задач.*

Результаты обучения: Студент умеет проводить анализ функций, решать основные задачи теории вероятности и математической статистики, решать уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к переходным процессам в системах управления, применять математические методы при решении типовых профессиональных задач.

*ОПК-2.6: Умеет работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач.*

Результаты обучения: Студент умеет работать в качестве пользователя персонального компьютера автоматизированных рабочих мест систем управления, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач.

*ОПК-2.7: Умеет решать типовые задачи, связанные, связанные с основными разделами физики, использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности.*

Результаты обучения: Студент умеет решать типовые задачи, связанные, связанные с основными разделами физики, использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности в области систем управления технологическими процессами.

| |
|---|
| *ОПК-2.8: Умеет использовать химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения общей и неорганической химии для решения профессиональных задач.* |
| Результаты обучения: Студент умеет использовать химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения общей и неорганической химии для создания моделей технологических объектов управления и решения профессиональных задач. |
| *ОПК-2.9: Владеет основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.* |
| Результаты обучения: Студент владеет основами фундаментальных математических теорий функций комплексного переменного и навыками использования математического аппарата преобразований Лапласа; методами статистической обработки информации. |
| *ОПК-2.10: Владеет методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации при работе с компьютерными системами, включая приемы антивирусной защиты.* |
| Результаты обучения: Студент владеет методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях систем управления технологическими процессами, техническими и программными средствами защиты информации при работе с компьютерными системами, включая приемы антивирусной защиты. |

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Форма контроля |
|---|---|---|---|---|
| 1 | **Раздел 1. Лекции** | | | |
| 1.1 | Введение. /Тема/ | 8 | 0 | |
| 1.1.1 | Основные понятия управления технологическими процессами. Значение и эффективность автоматического управления и контроля химических и нефтехимических процессов. /Лек/ | 8 | 6 | Э,Кр |
| 1.2 | ДИАГНОСТИКА ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ. /Тема/ | 8 | 0 | |
| 1.2.1 | Элементы метрологии и техники измерений. /Лек/ | 8 | 2 | Э,Кр |
| 1.2.2 | Измерение температуры. /Лек/ | 8 | 2 | Э,Кр |
| 1.2.3 | Измерение давления и разрежения. /Лек/ | 8 | 2 | Э,Кр |
| 1.2.4 | Измерение расхода и количества вещества. /Лек/ | 8 | 1 | Э,Кр |
| 1.2.5 | Измерение уровня /Лек/ | 8 | 1 | Э, Кр |
| 1.3 | ОСНОВЫ ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ. /Тема/ | 8 | 0 | |
| 1.3.1 | Системы автоматического регулирования (САР). /Лек/ | 8 | 2 | Э,Кр |
| 1.3.2 | Анализ систем регулирования и их элементов. Модели статики и динамики. /Лек/ | 8 | 2 | Э,Кр |
| 1.3.3 | Качество регулирования. Понятие переходного процесса в САР. /Лек/ | 8 | 2 | Э,Кр |
| 1.3.4 | Основные законы управления. /Лек/ | 8 | 2 | Э,Кр |
| 1.4 | ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ. /Тема/ | 8 | 0 | |
| 1.4.1 | Основы техники проектирования функциональных схем автоматизации технологических процессов. /Лек/ | 8 | 2 | Э,Кр |
| 1.5 | ТИПОВЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. /Тема/ | 8 | 0 | |
| 1.5.1 | Схемы автоматического регулирования типовых производственных процессов. /Лек/ | 8 | 4 | Э,Кр |
| 1.5.2 | Принципиальные схемы автоматической сигнализации, блокировки и защиты. /Лек/ | 8 | 2 | Э,Кр |
| 2 | **Раздел 2. Практические** | | | |
| 2.1 | Практические занятия. /Тема/ | 8 | 0 | |
| 2.1.1 | Исследование характеристик динамических звеньев систем автоматического управления. /Пр/ | 8 | 4 | Э, Кр |
| 2.1.2 | Определение динамических свойств объекта регулирования по кривой разгона. /Пр/ | 8 | 4 | Э, Кр |
| 2.1.3 | Моделирование одноконтурной автоматической системы регулирования (АСР) уровня в химическом реакторе и исследование качества регулирования. /Пр/ | 8 | 4 | Э, Кр |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2.1.4 | Определение параметров настройки линейного регулятора одноконтурной АСР. /Пр/ | 8 | 4 | Э, Кр |
| 2.1.5 | Изучение и расчет каскадной АСР трубчатой печи. /Пр/ | 8 | 4 | Э, Кр |
| 2.1.6 | Изучение и расчет комбинированной АСР процессом ректификации. /Пр/ | 8 | 4 | Э, Кр |
| 2.1.7 | Изучение и расчет АСР ректификационной колонной с вводом производной от промежуточной регулируемой величины. /Пр/ | 8 | 4 | Э, Кр |
| 2.1.8 | Изучение АСР трубчатой печи с тахометрической обратной связью. /Пр/ | 8 | 4 | Э, Кр |
| 2.1.9 | Изучение многосвязанного объекта управления температурой на примере печи для химико- термической обработки. /Пр/ | 8 | 4 | Э, Кр |
| 2.1.10 | Изучение дистанционной следящей системы управления приводом задвижки. /Пр/ | 8 | 4 | Э, Кр |
| 2.2 | Отчёт практических занятий /Тема/ | 8 | 0 | |
| 2.2.1 | Итоговое (отчетное) занятие. /Пр/ | 8 | 5 | Э, Кр |
| 3 | **Раздел 3. Сам. работа** | | | |
| 3.1 | Диагностика химико-технологического процесса. Методы и средства диагностики. /Тема/ | 8 | 0 | |
| 3.1.1 | Диагностика химико-технологического процесса. Методы и средства диагностики. /Ср/ | 8 | 20 | Э, Кр |
| 3.2 | Основы теории автоматического управления. /Тема/ | 8 | 0 | |
| 3.2.1 | Основы теории автоматического управления. /Ср/ | 8 | 20 | Э, Кр |
| 3.3 | Основы проектирования систем автоматического управления. /Тема/ | 8 | 0 | |
| 3.3.1 | Основы проектирования систем автоматического управления. /Ср/ | 8 | 10 | Э, Кр |
| 3.4 | Типовые системы автоматического управления в химической промышленности. /Тема/ | 8 | 0 | |
| 3.4.1 | Типовые системы автоматического управления в химической промышленности. /Ср/ | 8 | 10 | Э, Кр |
| 3.5 | Контрольная работа. /Тема/ | 8 | 0 | |
| 3.5.1 | Контрольная работа. /Ср/ | 8 | 9 | Э, Кр |
| 4 | **Раздел 4. Промежуточная аттестация** | | | |
| 4.1 | Контактная работа на атт. /Тема/ | 8 | 0 | |
| 4.1.1 | Контактная работа с ППС /КоРа/ | 8 | 0.35 | Э |
| 4.1.2 | Подготовка к экзамену /Экзамен/ | 8 | 35.65 | Э |

Примечание. Формы контроля: Эк – экзамен, К- контрольная работа, Ко- контрольный опрос, Сз- семестровое задание, З-зачет, ОП-отчет по практике.

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценочные средства планируемых результатов обучения представлены в виде фондов оценочных средств (ФОС), разработанных в соответствии с локальным нормативным актом университета. ФОС может быть представлен в Приложении к рабочей программе.

ОПК-2: Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-2.1: Знает основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики.
Результаты обучения по ОПК-2.1: Студент знает основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики, теорию функций комплексного переменного и преобразования Лапласа.
ОПК-2.2: Знает математические теории и методы, лежащие в основе математических моделей.
Результаты обучения по ОПК-2.2: Студент знает математические теории и методы, лежащие в основе математических моделей.
ОПК-2.3: Знает технические и программные средства реализации информационных технологий, основы работы в локальных и глобальных сетях, типовые численные методы решения математических задач и алгоритмы их реализации.
Результаты обучения по ОПК-2.3: Студент знает технические и программные средства реализации информационных технологий систем управления, основы работы в локальных и глобальных сетях, типовые численные методы решения математических задач и алгоритмы их реализации в системах управления.
ОПК-2.4: Знает физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики.
Результаты обучения по ОПК-2.4: Студент знает физические основы механики, физики колебаний и волн в применении к системам управления, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики.
ОПК-2.5: Умеет проводить анализ функций, решать основные задачи теории вероятности и математической статистики,

решать уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам, применять математические методы при решении типовых профессиональных задач.
Результаты обучения по ОПК-2.5: Студент умеет проводить анализ функций, решать основные задачи теории вероятности и математической статистики, решать уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к переходным процессам в системах управления, применять математические методы при решении типовых профессиональных задач.
ОПК-2.6: Умеет работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач.
Результаты обучения по ОПК-2.6: Студент умеет работать в качестве пользователя персонального компьютера автоматизированных рабочих мест систем управления, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач.
ОПК-2.7: Умеет решать типовые задачи, связанные с основными разделами физики, использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности.
Результаты обучения по ОПК-2.7: Студент умеет решать типовые задачи, связанные, с основными разделами физики, использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности в области систем управления технологическими процессами.
ОПК-2.8: Умеет использовать химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения общей и неорганической химии для решения профессиональных задач.
Результаты обучения по ОПК-2.8:Студент умеет использовать химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения общей и неорганической химии для создания моделей технологических объектов управления и решения профессиональных задач.
ОПК-2.9: Владеет основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.
Результаты обучения по ОПК-2.9:Студент владеет основами фундаментальных математических теорий функций комплексного переменного и навыками использования математического аппарата преобразований Лапласа; методами статистической обработки информации.
ОПК-2.10: Владеет методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации при работе с компьютерными системами, включая приемы антивирусной защиты.
Результаты обучения по ОПК-2.10: Студент владеет методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях систем управления технологическими процессами, техническими и программными средствами защиты информации при работе с компьютерными системами, включая приемы антивирусной защиты.
Оценочное средство "контрольный опрос" проводится в виде мини-собеседования с предоставлением материалов практического занятия с целью оценки текущего уровня знаний студентов в вопросах, связанных с его тематикой.
Шкала оценивания:
5 баллов / материалы занятия оформлены технически грамотно; даны верные ответы на все вопросы /
4 балла / материалы занятия оформлены технически грамотно; даны неверные ответы на 1-2 вопроса /
2-3 балла / материалы занятия оформлены с замечаниями; даны неверные ответы на 2-3 вопроса /
0-1 балла / материалы занятия оформлены с замечаниями; даны неверные ответы более чем на 4 вопроса /
Контрольные вопросы к практическому занятию "Исследование характеристик динамических звеньев систем автоматического управления":
1. Что называется элементарным динамическим звеном ?
2. Перечислите основные элементарные динамические звенья.
3. Приведите примеры физической реализации основных динамических звеньев в процессах химической технологии.
4. Какие виды математических описаний динамических звеньев Вы знаете ?
5. Что называется передаточной функцией динамического звена ?
6. Что называется амплитудночастотной характеристикой динамического звена ?
7. Что называется фазочастотной характеристикой динамического звена ?
8. Что называется годографом динамического звена ?
9. Опишите методику изучения динамических характеристик
типовых звеньев.
10. Как изменяются временные и частотные характеристики при изменении коэффициента передачи k и при изменении постоянной времени T апериодического звена первого порядка ?
11. Какова связь между временем переходного процесса и полосой пропускания апериодического звена первого порядка ?
Контрольные вопросы к практическому занятию "Аппроксимация динамических характеристик объекта управления по методу площадей":
1. С какой целью осуществляется аппроксимация динамических характеристик объекта управления по методу площадей?
2.Для чего осуществляется сглаживание кривых разгона?
3. Какие виды сглаживающих фильтров Вы знаете?
3.Почему нежелательно выбирать большую память сглаживающего фильтра?
4.В чём состоит суть метода площадей?
5.Каким образом осуществляется аппроксимация динамических характеристик объекта управления по методу площадей?
6.Влияет ли выбор интервала времени между экспериментальными точками на точность вычисления площадей и среднеквадратическую погрешность аппроксимации?
7.В чём состоит суть метода касательных?
8.Каким образом осуществляется аппроксимация динамических характеристик объекта управления по методу касательных?
Контрольные вопросы к практическому занятию "Моделирование одноконтурной системы автоматического управления уровнем в химическом реакторе":

1. Опишите функциональную схему одноконтурной замкнутой системы автоматического управления (САУ) уровнем в химическом реакторе и укажите точки внесения возмущающих воздействий по каналам регулирования и задания.
2. Опишите структурную схему одноконтурной замкнутой САУ и укажите точки внесения возмущающих воздействий по каналам регулирования и задания.
3. Прямые критерии качества переходных процессов и методика их вычисления.
4. Косвенные критерии качества переходных процессов и методика их вычисления.
5. Проведите анализ взаимосвязи прямых критериев качества.
6. Выполните анализ взаимосвязи косвенных критериев качества.
7. Какие косвенные и прямые критерии качества имеют прямую корреляцию?
8. Какие косвенные и прямые критерии качества имеют обратную корреляцию?
9. Как зависят критерии качества от выбора закона регулирования?

Контрольные вопросы к практическому занятию "Определение параметров настройки линейного регулятора методом математического моделирования одноконтурной АСР на ЭВМ":
1.Суть определения параметров настройки регулятора по методу незатухающих колебаний с использованием данных эксперимента.
2.Суть определения параметров настройки регулятора по методу незатухающих колебаний с использованием амплитудно-фазового критерия устойчивости Найквиста.
3.Укажите, как изменяется переходный процесс регулирования при увеличении (уменьшении) коэффициента усиления регулятора относительно оптимального значения.
4.Укажите, как изменяется переходный процесс регулирования при увеличении (уменьшении) постоянной времени интегрирования регулятора.
5.Укажите способы улучшения основных показателей качества переходного процесса.
6.Какое значение времени интегрирования необходимо установить в передаточной функции ПИ- регулятора, чтобы преобразовать регулятор в пропорциональный?
7.Проведите сравнительный анализ результатов определения настроек регуляторов по методу незатухающих колебаний с использованием данных численного моделирования и амплитудно- фазового критерия устойчивости Найквиста.

Контрольные вопросы к практическому занятию "Изучение и расчёт каскадной АСР":
1.Что является целью создания каскадных систем управления?
2.Назначение каскадных автоматических систем регулирования (АСР) и примеры их промышленного применения.
3.Особенности структурной схемы каскадной АСР.
4.Каскадная система управления трубчатой печью.
4.Методика расчёта каскадной АСР.
5.Условие независимой работы регуляторов основного и вспомогательного контуров каскадной АСР.
6.Выбор законов регулирования для основного и вспомогательного контуров каскадной АСР.
7.Анализ основных показателей качества регулирования для исследуемых каскадной и одноконтурной АСР,

Контрольные вопросы к практическому занятию "Расчёт и моделирование АСР с вводом производной от промежуточной регулируемой величины".
1.Цель разработки систем управления с вводом производной от промежуточной регулируемой величины.
2.Стуктурная схема АСР с вводом производной от промежуточной регулируемой величины.
3.Схема управления ректификационной колонной с применением АСР с вводом производной от промежуточной регулируемой величины.
4.Преобразование структурной схемы АСР с вводом производной от промежуточной регулируемой величины в эквивалентную расчётную структурную схему каскадной АСР.
5.Порядок расчёта АСР с вводом производной от промежуточной регулируемой величины.
6.Расчёт параметров настройки дифференциатора.
7.Расчёт параметров настройки регулятора.
8.Примеры промышленного применения АСР с вводом производной от промежуточной регулируемой величины в химической технологии.
9.Анализ переходных процессов и значения показателей качества для АСР с вводом производной от промежуточной регулируемой величины, каскадной АСР и одноконтурной АСР для одного объекта регулирования.

Контрольные вопросы к практическому занятию "Расчёт и моделирование комбинированной АСР":
1.Что является целью создания комбинированных систем управления?
2.Примеры промышленного применения комбинированных АСР в химической технологии.
3.Структурная схема комбинированной АСР.
4.Основные принципы управления, реализуемые в комбинированных АСР.
5.Комбинированная система управления ректификационной колонной.
6.Порядок расчёта комбинированной АСР.
7.Расчёт параметров настройки регулятора комбинированной АСР.
8.Вывод передаточной функции идеального компенсатора комбинированной АСР.
9.Расчёт параметров настройки реального компенсатора комбинированной АСР.
10.Сравнительный анализ основных показателей качества переходных процессов в одноконтурной и комбинированной АСР.

Контрольные вопросы к практическому занятию "Изучение АСР трубчатой печи":
1.Трубчатая печь как объект регулирования. Основные возмущения, действующие на технологический процесс.
2.Функциональная схема автоматизации трубчатой печи с применением одноконтурных АСР.
3.Принципиальная схема АСР температуры продукта в трубчатой печи.
4.Основные уравнения, описывающие переходные процессы в элементах АСР трубчатой печи.
5.Передаточные функции основных элементов АСР трубчатой печи.

6.Вывод передаточной функции тахометрической обратной связи.
7.Построение структурной схемы АСР температуры продукта в трубчатой печи
на основании принципиальной схемы и передаточных функций основных элементов.
8.Анализ результатов настройки основных АСР трубчатой печи,
основные показатели качества процессов регулирования.
Контрольные вопросы к практическому занятию "Изучение АСР многосвязанного объекта регулирования температуры":
1.Понятие о процессах, протекающих при химико- термической обработке (ХТО).
2.Углеродный потенциал печной атмосферы и методы его определения.
3.Основные характериститки электрохимического датчика.
4.Функциональная схема системы управления печью для ХТО.
5.Построение структурной схемы системы многосвязанного управления печью для ХТО.
6.Перекрёстные связи печи как объекта управления и их характеристика.
7.Работа регулятора контура управления составом печи для ХТО.
8.Работа регулятора контура управления температурой печи для ХТО.
9.Цель настройки регуляторов состава и температуры в несвязанной системе управления печью для ХТО
и в системе управления объектом с перекрёстными связями.
10.Анализ результатов настройки системы управления печью для ХТО,
основные показатели качества процессов регулирования.
Контрольные вопросы к практическому занятию "Изучение дистанционной следящей системы управления приводом задвижки":
1.Назначение следящих систем управления и примеры их промышленного применения в процессах химической технологии.
2.Принцип действия дистанционной следящей системы управления.
3.Принципиальная схема дистанционной следящей системы управления.
4.Структурная схема дистанционной следящей системы управления.
5.Понятие о статической характеристике. Статические и астатические системы управления.
6.Анализ статических характеристик и показателей качества регулирования в дистанционной следящей системе управления приводом задвижки.
Оценочное средство "экзамен" проводится с целью оценки знаний и умений студентов по изученному в 8 семестре материалу курса и предусматривает устный или письменный ответ на два теоретических вопроса, проиллюстрированный поясняющими уравнениями и схемами.
Шкала оценивания:
35-40 баллов / полное изложение программного материала; последовательные и логичные ответы на все вопросы /
25-34 баллов / правильное изложение основного материала; последовательные ответы на все вопросы с нарушением логической последовательности без существенных неточностей /
15-25 баллов / изложение основного материала с нарушением логической последовательности; частичные ответы на все вопросы /
0-14 баллов / изложение части основного материала с нарушением логической последовательности; ошибки в формулировках при частичных ответах на вопросы /
Вопросы к экзамену:
1. Значение и эффективность автоматического управления и контроля химических и нефтехимических процессов.
2. Виды и уровни автоматизации.
3. Понятие об автоматизированных системах управления (АСУ).
4. Понятие об измерении. Методы измерения.
5. Структура измерительного устройства.
6. Государственная система приборов и средств автоматизации (ГСП).
7. Термометры расширения и манометрические термометры: принцип действия, виды, область применения, источники ошибок.
8. Термометры сопротивления: принцип действия, виды, область применения, источники ошибок.
9. Термопары: принцип действия, виды, область применения, источники ошибок.
10. Милливольтметры: принцип действия, источники ошибок.
11. Потенциометры: принцип действия, источники ошибок.
12. Пирометры излучения: принцип действия, виды, область применения, источники ошибок.
13. Жидкостные, пружинные приборы: принцип действия, виды, область применения, источники ошибок.
14. Расходомеры переменного перепада давления: принцип действия, виды сужающих устройств, область применения, источники ошибок.
15. Ротаметры, индукционные расходомеры: принцип действия, область применения.
16. Скоростные и объемные счетчики, автоматические весы.
17. Уровнемеры поплавковые, буйковые, емкостные, радиоактивные, пъезометрические, гидростатические: принцип действия, область применения.
18. Задача автоматического регулирования. Функциональная схема системы автоматического регулирования.
19. Классификация систем по принципу регулирования (регулирование по отклонению и по возмущению).
20. Статические характеристики элементов и способы их получения.
21. Динамические характеристики элементов: переходная, частотная, их получение и применение.
22. Преобразование Лапласа, передаточная функция.
23. Типовые звенья систем автоматического регулирования (САР): модели, динамические характеристики, передаточные функции.
24. Структурные схемы САР.

25. Способы соединения элементов САР: последовательное, параллельное.
26. Свойство самовыравнивания, статические, астатические и неустойчивые объекты.
27. Одноемкостные и многоемкостные объекты.
28. Чистое запаздывание в объектах.
29. Виды переходных процессов. Понятие устойчивости САР.
30. Критерии качества переходного процесса.
31. Влияние динамических свойств технологического объекта управления (ТОУ) на качество регулирования.
32. Оптимальная настройка регулятора.
33. Структура автоматического регулятора. Классификация законов регулирования.
34. Регуляторы непрерывного действия (пропорциональный, интегральный, изодромный с предварением) – законы регулирования, передаточные функции, динамические характеристики, качество регулирования.
35. Использование отрицательных обратных связей в автоматических регуляторах.
36. Регуляторы дискретного действия (позиционные и импульсные): принцип действия, основные свойства, область применения.
37. Выбор типа автоматического регулятора.
38. Стадии создания систем автоматизации.
39. Подготовка технологических объектов управления к автоматизации.
40. Основы техники проектирования функциональных схем автоматизации технологических процессов.
41. Схемы автоматического регулирования типовых производственных процессов.
42. Принципиальные схемы автоматической сигнализации, блокировки и защиты.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год. | Электронный адрес |
|---|---|---|---|---|
| Л.1 | Дудников Е. Г. | Автоматическое управление в химической промышленности: учеб. для вузов | М.: Химия, 1987 | |
| Л.2 | Обновленский П. А. | Автоматизация потенциально опасных процессов химической технологии: межвуз. сб. науч. тр. | Л., 1988 | |
| Л.3 | | Автоматизация производственных процессов и АСУ: межвуз. темат. сб. | Л., 1976 | |
| Л.4 | Омск. политехн. ин-т ; Сибирск. автомоб. -дор. ин-т | Автоматизация производственных процессов и управления промышленными предприятиями: межвед. сб. науч. тр. | Омск, 1983 | |
| Л.5 | Балакирев В. С., Володин В. М., Цирлин А. М. | Оптимальное управление процессами химической технологии: экстрем. задачи в АСУ | М.: Химия, 1978 | |
| Л.6 | Шкатов Е. Ф. | Лабораторный практикум по приборам контроля и регулирования: учеб. пособие для техникумов | М.: Химия, 1990 | |
| Л.7 | Шувалов В. В., Огаджанов Г. А., Голубятников В. А. | Автоматизация производственных процессов в промышленности: учеб. для сред. спец. учеб. завед. | М.: Химия, 1991 | |
| Л.8 | Обновленский П. А. | Основы автоматизации химических производств | Ленинград: Химия, 1975 | |
| Л.9 | Обновленский П. А. | Основы автоматики и автоматизации химических производств | М. ; Л.: Химия, 1965 | |

| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год. | Электронный адрес |
|---|---|---|---|---|
| Л.10 | Благовещенская М. М., Злобин Л. А. | Информационные технологии систем управления технологическими процессами: учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. "Технология пищевых продуктов" | М.: Высш. шк., 2005 | |
| Л.11 | Полоцкий Л. М., Лапшенков Г. И. | Автоматизация химических производств. Теория, расчет и проектирование систем автоматизации: учеб. пособие | М.: Химия, 1982 | |
| Л.12 | Полоцкий Л. М., Лапшенков Г. И. | Основы автоматики и автоматизации производственных процессов в химической промышленности. Руководство к лабораторным работам: учеб. пособие для вузов | Москва: Химия, 1973 | |
| Л.13 | Сажин С. Г. | Приборы контроля состава и качества технологических сред: учебное пособие | Санкт-Петербург: Лань, 2021 | https://e.lanbook.com/book/168453 |
| Л.14 | Сажин С. Г. | Средства автоматического контроля технологических параметров: учебник | Санкт-Петербург: Лань, 2021 | https://reader.lanbook.com/book/168691#361 |

**6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"**

| | |
|---|---|
| Э1 | Файловое хранилище ВолгГТУ http://library.vstu.ru/ |
| Э2 | Ресурсы библиотеки ВолгГТУ http://techlibrary.ru/ |
| Э3 | Электронная техническая библиотека http://dump.vstu.ru/ |

**6.3 Перечень программного обеспечения**

| | |
|---|---|
| 6.3.1.1 | MicrosoftOfficePowerPoint 2007 - программа для создания презентаций |
| 6.3.1.2 | MicrosoftOfficeExcel 2007 - табличный процессор |
| 6.3.1.3 | Adobe Acrobat Reader DC - бесплатное решение для просмотра файлов PDF |

**6.4 Перечень информационных справочных систем и электронных библиотечных систем (ЭБС)**

| | |
|---|---|
| 6.3.2.1 | Библиотека (НТБ) http://library.vstu.ru/sci-nci |
| 6.3.2.2 | Электронная информационно-образовательная среда университета, https://eos2.vstu.ru/ |
| 6.3.2.3 | ЭБС "Лань", https://e.lanbook.com/ |
| 6.3.2.4 | ЭБС "Book.ru", https://www.book.ru/ |
| 6.3.2.5 | Электронная библиотека "Grebennikon", https://grebennikon.ru/ |

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) /ОБОРУДОВАНИЕ

| | |
|---|---|
| 7.1 | Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации / учебная доска, учебная мебель, интерактивная трибуна, видеопроектор / |
| 7.2 | Аудитория для проведения практических занятий / учебная мебель, компьютерная техника, оснащенная программным обеспечением, доступом в Интернет и в электронную информационно-образовательную среду университета / |
| 7.3 | Аудитория для самостоятельной работы обучающихся / учебная мебель, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета / |
| 7.4 | Б-313 – лаборатория компьютерных технологий /рабочее место обучающегося, специализированное настольное оборудование / |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

Организация образовательного процесса по дисциплине "Системы управления химико- технологическими процессами" регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет дисциплины "Системы управления химико-технологическими процессами" (переаттестации ее части), если она была освоена в процессе предшествующего обучения. Перезачёт (переаттестации ее части) освобождает обучающегося от необходимости повторного освоения дисциплины (полностью или частично).

Учебный процесс при преподавании курса "Системы управления химико- технологическими процессами" основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и практическими занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в электронной информационной образовательной среде.

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана. На первой лекции лектор информирует студентов о рекомендуемой литературе и электронных источниках информации по дисциплине, с указанием, какой учебник (учебное пособие) является базовым.

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают основные разделы дисциплины "Системы управления химико- технологическими процессами". Основной формой проведения практических занятий является решение конкретных задач с применением компьютерной техники. Каждому практическому занятию предшествует самостоятельная подготовка студента,включающая: ознакомление с содержанием практического занятия по методическим указаниям; проработку теоретической части по лекционному материалу и учебникам, рекомендованным в методических указаниях.
Самостоятельная работа студентов включает изучение законспектированного на лекционных занятиях материала, дополнение его с учетом рекомендованной по данной теме литературы, самостоятельную подготовку к практическим занятиям, самостоятельное выполнение и оформление заданий контрольной работы, аналогичных выполненным на занятиях.
В течении семестра для студентов проводятся групповые текущие консультации по учебной дисциплине.
Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов.
Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.
В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн), в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.
Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ (при необходимости).
Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств. Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания.
При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.