

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Автоматизации и управления»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №11 от 11 февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И МЕТРОЛОГИЯ»

Направление: 18.03.01 Химическая технология

Химическая технология органических веществ

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Голодков Юрий Эдуардович Дата подписания: 14.05.2025

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил: Елшин Виктор Владимирович Дата подписания: 04.06.2025
--

Документ подписан простой электронной подписью Согласовал: Дьячкова Светлана Георгиевна Дата подписания: 16.05.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Системы управления химико-технологическими процессами и метрология» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-6 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	ОПК ОС-6.3
ПКО-3 Способен анализировать технологический процесс как объект управления	ПКО-3.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-6.3	Обладает знаниями методов и средств диагностики химико-технологического процесса, государственной системы приборов, элементов метрологии и применяет их для контроля основных технологических параметров	Знать методы и средства диагностики химико-технологического процесса; ГСП. приборы и средства автоматизации; основные понятия метрологии Уметь применять технические средства диагностики химико-технологического процесса Владеть навыками измерения и контроля основных технологических параметров
ПКО-3.3	Выполняет анализ химико-технологических систем (ХТС) с точки зрения их автоматизации, разрабатывает систему автоматического управления ХТС и подбирает соответствующие средства автоматизации	Знать принципы действия и построения автоматических систем управления, особенности функционирования автоматических систем управления разных типов с учетом характеристик технологического оборудования Уметь выполнять анализ свойств объектов для целей управления, выбирать структуру автоматической системы управления и выполнять расчет параметров регуляторов Владеть навыками обращения с основными типами контрольно-измерительных приборов

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами и метрология» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Моделирование химико-технологических процессов», «Общая химическая технология», «Процессы и аппараты химической технологии», «Системы автоматизированного проектирования нефтехимических производств», «Физика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	66	66
лекции	22	22
лабораторные работы	22	22
практические/семинарские занятия	22	22
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	42	42
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 8

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Основы теории автоматического управления химико-технологическим и процессами	1, 2, 3, 4	8	1, 2, 3, 4, 5	12	1, 2, 3, 4	8	3, 5, 7	12	Отчет по лабораторной работе
2	Основы метрологии, стандартизации и	5	2			5	2	2	2	Тест

	сертификации									
3	Элементы и системы автоматического управления химико-технологическим и процессами	6, 7, 8, 9, 10	10	6, 7	8	6, 7, 8, 9	12	1, 3, 5, 6, 8	20	Отчет по лабораторной работе
4	Современные системы управления химико-технологическим производством	11	2	8	2			2, 4	8	Тест
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		22		22		22		42	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 8

№	Тема	Краткое содержание
1	Основы теории автоматического управления химико-технологическими процессами	Цели и задачи курса. Перспективы и значение автоматизации в повышении эффективности химической промышленности. Особенности автоматического управления химико-технологическими процессами. Роль автоматизации химических процессов в обеспечении безопасности производства и охраны окружающей среды, технико-экономический эффект от использования систем управления. Основные понятия и определения. Принципы управления. Математическое описание линейных систем автоматического регулирования (САР) и их элементов. Статические и динамические характеристики элементов и систем регулирования. Переходные и передаточные функции, частотные характеристики. Типовые звенья САР. Структурные схемы АСР. Объекты управления и их основные свойства. Методы определения динамических характеристик объектов управления. Анализ систем управления, основные требования (точность, устойчивость, качество регулирования, робастность). Математические основы и критерии устойчивости систем автоматического управления (САУ). Основные законы регулирования. Автоматические регуляторы. Принципы построения САР.
2	Основы метрологии, стандартизации и сертификации	Основные понятия и определения. Измерение, средства измерений (СИ), результат и погрешность измерения. Организационные, правовые, научные и методические основы метрологического обеспечения единства измерений. Функции

		метрологической службы предприятия. Правовые основы стандартизации; международная организация по стандартизации (ИСО); основные положения государственной системы стандартизации (ГСС). Качество продукции и защита потребителя; схемы и системы сертификации
3	Элементы и системы автоматического управления химико-технологическими процессами	Основные понятия и определения. Измерительные преобразователи. Классификация контрольно-измерительных приборов. Методы измерения и контроля технологических параметров. Измерение электрических величин, давления, температуры, расхода, уровня жидких и сыпучих сред. Аналоговые и цифровые системы преобразования. Вторичные приборы, исполнительные механизмы и регулирующие органы. Элементы проектирования систем автоматизации. Функциональная схема автоматизации, принципы ее построения. Выбор приборов и средств автоматизации
4	Современные системы управления химико-технологическим производством	Структура современной автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП). Концепция SCADA систем. Информационные потоки АСУТП. Аппаратная и программная реализация систем управления. Графический интерфейс. Организация взаимодействия с контроллерами

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 8

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Принципы автоматического управления. Разомкнутые и замкнутые системы	2
2	Изучение типовых динамических звеньев САР	4
3	Моделирование звеньев САР	2
4	Анализ устойчивости и качества работы САР	2
5	Исследование работы регуляторов	2
6	Определение статических и динамических характеристик различных датчиков (температуры, уровня, давления, расхода) систем автоматизации	6
7	Система автоматического регулирования температуры	2
8	Микропроцессорные системы управления технологическими процессами	2

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 8

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Типовые динамические звенья. Свойства преобразования Лапласа. Временные характеристики динамического звена	2
2	Передаточная функция динамического звена. Соединения звеньев	2
3	Частотные характеристики динамического звена. Устойчивость линейных систем управления. Алгебраические и частотные критерии устойчивости	2
4	Основные законы регулирования. Настройки регуляторов	2
5	Средства измерений. Классы точности и погрешности средств измерений	2
6	Технические средства систем управления	4
7	Анализ технологического процесса как объекта автоматизации	2
8	Системы автоматизации гидромеханических, тепловых, массообменных процессов	4
9	Разработка функциональной схемы автоматизации	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 8

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение письменных творческих работ (писем, докладов, сообщений, ЭССЕ)	4
2	Выполнение тренировочных и обучающих тестов	4
3	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	8
4	Подготовка к зачёту	6
5	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	8
6	Подготовка презентаций	4
7	Проработка разделов теоретического материала	4
8	Расчетно-графические и аналогичные работы	4

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия, проблемная лекция, метод проектов, компьютерные симуляции

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=7599>

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=7599>

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=7599>

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 8 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Отчет по лабораторной работе оценивается по четырехбалльной системе. Студент готовится к проведению лабораторной работе самостоятельно. Выполняет лабораторную работу по расписанию занятий, включая измерения и регистрацию информации. Готовит отчет по лабораторной работе, включая расчёты, построение графиков, таблиц, заключение. Студент защищает результаты выполненной лабораторной работы.

Критерии оценивания.

Оценка отлично - студент демонстрирует умения и навыки на высоком уровне: умеет свободно выполнять лабораторные задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности
Оценка хорошо - студент демонстрирует умения и навыки на среднем уровне: освоил основные умения, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации
Оценка удовлетворительно - студент демонстрирует умения и навыки на базовом уровне: допускает значительные ошибки, проявляет отсутствие знаний по отдельной компетенции, испытывает значительные затруднения при оперировании умениями и при их переносе на новые ситуации
Оценка неудовлетворительно - студент демонстрирует умения и навыки на уровне ниже базового: проявляется недостаточность умений и навыков.

6.1.2 семестр 8 | Тест

Описание процедуры.

Тестирование оценивается по четырехбалльной системе. Студент готовится к проведению теста самостоятельно. Выполняет тест на компьютере на занятии в аудитории или дистанционно.

Критерии оценивания.

Оценка отлично - число правильных ответов 90% и более
Оценка хорошо - число правильных ответов от 75 до 90 %
Оценка удовлетворительно - число правильных ответов от 60 до 75 %
Оценка неудовлетворительно - число правильных ответов менее 60%

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК ОС-6.3	Обладает знаниями методов технических измерений, способен применять контрольно-измерительные приборы для контроля параметров химико-технологического процесса	Устный опрос, тестирование
ПКО-3.3	Способен анализировать химико-технологический процесс как объект автоматизации, осуществлять выбор средств автоматизации для системы управления химико-технологическим процессом	Устный опрос, тестирование

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 8, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет проводится в форме тестирования.

Пример задания:

Для изотермического химического реактора непрерывного действия изменение расхода катализатора является

- регулируемой переменной
- регулирующим воздействием
- возмущающим воздействием

При объединении последовательно соединенных типовых динамических звеньев:

- их передаточные функции умножаются
- их передаточные функции делятся
- их передаточные функции суммируются
- их передаточные функции попарно умножаются и складываются

Прибор для измерения температуры, основанный на свойстве материалов изменять свое электрическое сопротивление в зависимости от их температуры:

- термометр сопротивления
- термопреобразователь сопротивления
- полупроводниковый терморезистор
- термистор

Функции обработки сигналов от технологических датчиков, устройств верхнего уровня; управление внешними исполнительными устройствами выполняют

- программируемые логические контроллеры

- programmable logic controller
- устройства связи с объектами
- персональные компьютеры
-

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Число правильных ответов составляет не менее 60 %	Число правильных ответов составляет менее 60 %

7 Основная учебная литература

1. Димов Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация (практикум) : учебное пособие для вузов по направлению подготовки 221700 "Стандартизация и метрология" и специальностям 27.03.01, 27.04.01. "Метрология и метрологическое обеспечение" / Ю. В. Димов, 2015. - 327.
2. Еремеев С. В. Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли : учебное пособие / С. В. Еремеев, 2018. - 135.
3. Попов Г. В. Физические основы измерений в технологиях пищевой и химической промышленности : учебное пособие для студентов по направлению подготовки "Стандартизация и метрология" / Г. В. Попов, Ю. П. Земсков, Б. Н. Квашнин, 2015. - 248.
4. Проектирование систем автоматизации технологических процессов : справочное пособие / А. С. Ключев [и др.], 2008. - 464.
5. Сажин С. Г. Средства автоматического контроля технологических параметров : учебник по направлению подготовки "Автоматизация технологических процессов и производств" (химико-технологическая, агропромышленная отрасли) / С. Г. Сажин, 2014. - 360.
6. Шишов О. В. Технические средства автоматизации и управления : учебное пособие по техническим направлениям подготовки (квалификация "бакалавр") / О. В. Шишов, 2018. - 395.
7. Хапусов В. Г. Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие / В. Г. Хапусов, П. Р. Ершов, 2013. - 300.
8. Половнева С. И. Средства технологических измерений : электронный курс / С. И. Половнева, 2023
9. Хабаров С. П. Основы моделирования технических систем. Среда Simintech : учебное пособие / С. П. Хабаров, М. Л. Шилкина, 2022. - 120.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Ощепков А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB : учебное пособие для вузов / А. Ю. Ощепков, 2023. - 208.
2. Пелевин В. Ф. Метрология и средства измерений [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Ф. Пелевин, 2022. - 273.
3. Среда динамического моделирования технических систем SimInTech : практикум по моделированию систем автоматического регулирования / Б. А. Карташов [и др.], 2017. - 424.

4. Карташов Б. А. SimInTech: Применение информационных технологий в автоматическому управлению : учебное пособие / Б. А. Карташов, Е. А. Шабаев, 2025. - 580.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows Seven Professional (Microsoft Windows Seven Starter) - Seven, Vista, XP_prof_64, XP_prof_32 - поставка 2010
2. SiminTech Academic Classroom
3. Microsoft Office Standard 2010_RUS_ поставка 2010_(артикул 021-09683)

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Метран100-датчик давления+метран681-HART
2. измеритель температуры ТРМ с адаптером
3. Влагомер МПР51-01
4. Датчик давления Метран 100 00-000000000051963
5. Датчик давления Сапфир 22 00-000000000051965
6. Термометр сопротивления Метран 286-02 00-000000000051960
7. Терморегулятор ТРМ-212 00-000000000051966
8. Измеритель расхода жидкостей и газа
9. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
10. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
11. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
12. Компьютер Intel C-i24000/AS-H6/DDR-4Gb/SATA2Тб/PCI-E 1ТВ GF/ATX FSP550W/DVD-RW/L
13. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП

14. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
15. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
16. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
17. Проектор BenQ M*520
18. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
19. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
20. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
21. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
22. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП