Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ряполов Петр Алексеевич
Должность: декан ЕНФ
Дата подписания: 04.09.2023 09:06:51
Уникальный программный ключ:
efd3ecdbd183f7649d0e3[illegible]0c6662946c7c980f9b2b268921fde408c1fb6

Аннотация рабочей программы по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами»

Цель дисциплины:

Цель изучения дисциплины - приобрести базовые знания по автоматизации, позволяющие принимать участие в проектировании систем управления техническими объектами и квалифицированно эксплуатировать системы управления химико-технологическими процессами.

Задачи дисциплины Ознакомиться с общими принципами построения автоматизированных систем и многофункциональных устройств управления технологическими процессами, а также с принципами организации взаимодействия между устройствами управления и обслуживающим персоналом.

Ознакомиться с физическими принципами работы основных компонентов современных устройств управления химико-технологическими процессами: датчиков (измерительных преобразователей), функциональных преобразователей, исполнительных элементов.

Ознакомиться с принципами построения систем автоматического регулирования (САР) как элементов автоматизированной системы. Изучить элементы математических методов обеспечения качества процессов в САР, в частности, обеспечения устойчивости установившихся процессов.

Ознакомиться с принципами автоматизации элементов типовых химико-технологических процессов.

Ознакомиться с принципами построения схем автоматизации технологических процессов. Научиться читать схемы автоматизации и самостоятельно их разрабатывать.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины;

готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (ПК-2);

способностью проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива (ПК-23).

Разделы дисциплины:

– Основные понятия управления химико - технологическими процессами.
– Основные понятия управления химико-технологическими процессами.
– Элементы промышленной автоматики и их применение в системах управления технологическими процессами.
– Датчики.
– Исполнительные элементы.
– Многофункциональные законы управления.
– Основы проектирования автоматических систем управления
– Основы теории автоматического управления
– Построение систем регулирования
– Типовые системы автоматического управления в химической промышленности.

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ряполов Петр Алексеевич
Должность: декан ЕНФ
Дата подписания: 28.09.2022 21:06:37
Уникальный программный ключ:
efd3ecdbd183f7649d0e3a33c230c6662946c7c99039b2b268921fde408c1fb6

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
естественно-научного
(наименование ф-та полностью)
_____ П.А. Ряполов
(подпись, инициалы, фамилия)
«24» 11 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Системы управления химико-технологическими процессами
(наименование дисциплины)

направление подготовки (специальность) 18.03.01
(шифр согласно ФГОС

Химическая технология
и наименование направления подготовки (специальности)

Химическая технология
наименование профиля, специализации или магистерской программы

форма обучения очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Курск – 2016

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом №1174 от 12.09.2016г. и на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, одобренного Ученым советом университета протокол № 1 «26» сентября 2016 г.

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения студентов по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии «__17__» _____11_____ 2016 г., протокол № 7.
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой д.х.н., профессор _____ Миронович Л.М.

Разработчик программы к.пед.н., доцент _____ Янкив К.Ф.
(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)

Согласовано:
Дирсктор научной библиотеки _____ Макаровская В.Г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки (специальности) 18.03.01, одобренного Ученым советом университета протокол №5 «30» 01 2017г. на заседании кафедры ФХиХТ 31.08.2017, №1
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки (специальности) 18.03.01, одобренного Ученым советом университета протокол №9 «26» 03 2018г. на заседании кафедры ФХиХТ от 29.08.2018, протокол №1
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

И.О. Зав. кафедрой _____ Кувардин Н.В.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки (специальности) 18.03.01, одобренного Ученым советом университета протокол №7 «29» 03 2019г. на заседании кафедры ФХиХТ 24.06.2019, пр.№16
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

и.о. Зав. кафедрой _____ Н.В. Кувардин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана, направления подготовки (специальности) 18.03.01, одобрено Ученым советом университета протокол № 5 «30» 01 2017, на заседании кафедры ФХиХТ, 26.06.2020, пр №13
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

И.о. зав. кафедрой _____ Н.В. Кувардин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана, направления подготовки (специальности) _____, одобрено Ученым советом университета протокол № ___ « » _____ 20___, на заседании кафедры ФХиХТ, 30.06.2021 г, пр №15
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Н.В. Кувардин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана, направления подготовки (специальности) 18.03.01, одобрено Ученым советом университета протокол № 7 «29» 03 2022, на заседании кафедры ФХиХТ №14 «18» 06 2022 г.
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «25» февраля 2020 г. на заседании кафедры ФХХТ «29» мая 2023 г., протокол № 13.

Зав. кафедрой _____

1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Цель дисциплины

Цель изучения дисциплины - приобрести базовые знания по автоматизации, позволяющие принимать участие в проектировании систем управления техническими объектами и квалифицированно эксплуатировать системы управления химико-технологическими процессами.

1.2 Задачи дисциплины

Ознакомиться с общими принципами построения автоматизированных систем и многофункциональных устройств управления технологическими процессами, а также с принципами организации взаимодействия между устройствами управления и обслуживающим персоналом.

1. Ознакомиться с физическими принципами работы основных компонентов современных устройств управления химико-технологическими процессами: датчиков (измерительных преобразователей), функциональных преобразователей, исполнительных элементов.
2. Ознакомиться с принципами построения систем автоматического регулирования (САР) как элементов автоматизированной системы. Изучить элементы математических методов обеспечения качества процессов в САР, в частности, обеспечения устойчивости установившихся процессов.
3. Ознакомиться с принципами автоматизации элементов типовых химико-технологических процессов.
4. Ознакомиться с принципами построения схем автоматизации технологических процессов. Научиться читать схемы автоматизации и самостоятельно их разрабатывать.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Обучающиеся должны **знать**:

- основные принципы постановки целей и задач в в своей профессиональной области; описание процессов, средства и технологии для его реализации, аналитические и численные методы решения поставленных задач; основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации;
- сформированные систематические знания теории управления технологическими процессами; статические и динамические характеристики объектов и звеньев управления; основные виды систем автоматического регулирования и законы управления; типовые системы автоматического управления в химической промышленности; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров.

Уметь:

- применять аналитические и численные методы для решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ; использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей предметной области, изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, работать с научно-технической и патентной информацией; формулировать цель и задачи научного исследования;

- сформированное умение составлять планы размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест, рассчитать производственные мощности и загрузку оборудования.

Владеть:

- навыками поиска, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации для профессиональной деятельности, выбору методик и средств решения задачи;

- успешное и систематическое применение навыков, необходимых для решения задач, связанных с проектированием, технологическими процессами и оборудованием, методами управления и регулирования химико - технологических процессов.

У обучающихся формируются следующие компетенции:

-готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (ПК-2);

-способностью проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива (ПК-23).

2 Указание места дисциплины в структуре образовательной программы

«Системы управления химико-технологическими процессами» представляет дисциплину с индексом Б.1В.0Д.15 вариативной части учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, изучаемую на 4 курсе в 7 семестре.

3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единиц (з.е.), 108 академических часов.

Таблица 3 – Объём дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	54,1
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	36
практические занятия	0
экзамен	не предусмотрен
зачет	0,1
курсовая работа (проект)	не предусмотрена
расчетно-графическая (контрольная) работа	не предусмотрена
Аудиторная работа (всего):	54,1
в том числе:	

Виды учебной работы	Всего, часов
лекции	18
лабораторные занятия	36
практические занятия	0
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	53,9
Контроль (подготовка к экзамену)	0
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	0,1
в том числе:	
зачет	0,1
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	не предусмотрена
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	не предусмотрен

4 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий

4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Основные понятия управления химико-технологическими процессами	Возникновение автоматики, как искусства создания «самодействующих» технических объектов. Солнечные и водяные часы. Первое (гидравлическое) реле - сифон. Античные примеры первых автоколебательных систем на базе сифона и зубчатых передач: часы Ктесибия, автомат-игрушка. Паровой шар Герона. Водяная мельница. Развитие автоматики в средние века. Ветряная мельница. Возникновение и совершенствование механических часов. Часы Гюйгенса. Первая задача термокомпенсации и часы Кулибина. Изобретение паровой машины. Первые регуляторы прямого непрерывного действия: регулятор уровня И. Ползунова и центробежный регулятор Д. Уатта. Принципы регулирования по отклонению и возмущению. Регулятор уровня Понселе. Регулятор температуры прямого непрерывного действия. Гидравлический регулятор уровня непрямого действия. Механическое реле, Кинематические масштабирующие устройства. Релейный дилатометрический регулятор температуры - простейший пример регулятора разрывного действия. Роль в развитии автоматики электромеханики, двигателестроения, электротехники, электроники. Электромагнитное реле, электронное реле (триггер Шмитта). Релейные устройства противоаварийного управления

		Основные функции современного устройства управления технологическим процессом на примере автоматизированного технологического процесса крашения: управление безаварийным процессом (включая регулирование), распознавание аварий и управление аварийной приостановкой или завершением процесса, связь с обслуживающим персоналом, связь с параллельно работающими устройствами управления, оптимизация закона управления в процессе эксплуатации системы. Диагностика химко-технологического процесса. Модели диагностирования. Методы и средства диагностики. Понятие об экспертных системах.
2	Элементы промышленной автоматики и их применение в системах управления технологическими процессами	Типовые технические решения для реализации автоматизированных систем. Представление структуры технического объекта как взаимодействующих объекта управления и устройства управления непрямого действия. Представление структуры устройства управления как группы датчиков, группы исполнительных элементов и функционального преобразователя. Логическое равноправие элементов связи с объектом и элементов связи с обслуживающим персоналом. Измерительные приборы как устройства управления без исполнительных элементов связи с объектом управления. Централизованные и распределенные устройства управления. Иерархическая структура распределенного устройства управления. Унифицированные системы элементов для построения устройств автоматики на базе различных физических принципов. Электромеханические, гидравлические, пневматические, электронные элементы автоматики. Выбор систем элементов в химической промышленности. Преобразователи, связывающие разнородные физические величины. Государственная система приборов. Элементы метрологии, контроль основных технологических параметров.
3	Датчики. Исполнительные элементы	Основные технологические параметры, контролируемые в химико-технологических процессах, методы и средства контроля. Принципы унификации средств сопряжения датчиков с электронными функциональными преобразователями. Основные параметры датчиков, учитываемые при их выборе. Физические принципы работы датчиков: температуры, уровня, положения, давления, расхода, концентрации, химического состава, влажности. Представление типичного исполнительного элемента как взаимодействия механического исполнительного (регулирующего) органа и приводного элемента. Принципы действия исполнительных органов (заслонок, клапанов, механических контактов). Принципы работы электромеханических приводных элементов: электромагнита, двигателей - асинхронного, синхронного, постоянного тока с независимым возбуждением, вентильного, шагового. Мотор-редукторы. Принципы унификации средств сопряжения приводных элементов с электронными функциональными преобразователями. Основные свойства и параметры приводных элементов, учитываемые при их выборе.

4	Многофункциональные законы управления	Понятия оператора, события, управляющей процедуры. Параллельная (интерактивная) и многоситуационные композиции управляющих процедур. Элементарные процедуры управления. Понятие о языке описания законов управления, представляемых композициями управляющих процедур. Понятие о способах технической реализации законов управления. Примеры реализации на базе электронных компонентов процедуры выдержки времени, непрерывного регулирования, релейного регулирования, защиты. Понятие о программной реализации многофункциональных законов управления устройствами на базе микропроцессоров (промышленными контроллерами). Структура контроллеров, стандартизация способов обмена информацией между ними. Технические данные контроллеров, учитываемые при их выборе.
5	Основы проектирования автоматических систем управления	Основные этапы проектирования. Разработка кибернетической схемы автоматизации объекта. Выбор датчиков и исполнительных механизмов. Формулировка закона управления. Выбор контроллера. Программная реализация закона управления. Макетирование и лабораторные испытания макета системы управления с целью. Реальные (натурные) испытания системы управления и настройка параметров закона управления. Разработка схем автоматизации, обеспечивающих обслуживание и ремонт устройств управления. Принципы изображения схем автоматизации согласно ЕСКД. ГОСТ 21.404-85 и вспомогательные стандарты. Примеры схем автоматизации.
6	Основы теории автоматического управления	Элементы теории автоматического регулирования. Понятие о задачах и методах теории автоматического регулирования. Определения общей задачи регулирования и системы автоматического регулирования (САР). Частные примеры задач регулирования (стабилизации, слежения, программного регулирования). Односвязные и многосвязные системы стабилизации. Целесообразность математического моделирования системы объект-регулятор для решения задач улучшения показателей качества процессов. Задачи синтеза САР. Задачи анализа САР и ее элементов. Типовые требования к качеству процессов в системе непрерывной стабилизации и математическая формализация этих требований. Классификация переменных, характеризующих работу САР: регулируемая переменная, и внешние воздействия: уставка задающее (уставка) и возмущающие (возмущения). Требования к качеству регулирования при кусочно-постоянных возмущениях. Функция Хэвисайда. Установившийся процесс. Статическая характеристика САР. Статическая ошибка. Динамические свойства систем управления. Время завершения переходного процесса. Характеристики отклонений в переходном процессе (мажоритарная и интегральная). Требования к реакции САР на импульсные возмущения, δ-функция. Требования к реакции САР на периодические возмущения.

		Моделирование систем регулирования. Понятие о состоянии системы. Обыкновенные дифференциальные уравнения как наиболее распространенный вид моделей для систем автоматического регулирования. Установившийся процесс при постоянных воздействиях как положение равновесия модели. Модели объектов регулирования первого порядка: резервуара с жидкостью, резервуара с газом, электрической печи (грубая модель), электрического двигателя постоянного тока, двигателя внутреннего сгорания. Пример линеаризации модели. Объекты регулирования второго порядка: двухемкостной накопитель жидкости, электрическая печь с нагревателем (грубая модель), электрический двигатель постоянного тока (модель с учетом электромагнитных процессов).
7	Построение систем регулирования	Выбор безынерционного закона регулирования на основе статической характеристики объекта. Сравнительный математический анализ систем регулирования с безынерционными регуляторами «по возмущению» и «по отклонению» в статике. Принцип отрицательности обратной связи. Исчезновение статической ошибки при бесконечном увеличении чувствительности регулятора «по отклонению». Линейный безынерционный (пропорциональный) регулятор. Улучшение качества процессов в системе регулирования с объектом регулирования первого порядка и пропорциональным регулятором (на примере регулятора уровня). Возникновение незатухающих колебаний в системе регулирования, описываемой дифференциальным уравнением третьего порядка. Моделирование системы регулирования давления газа с инерционным пропорциональным регулятором на основе упругого звена. Линеаризация модели в окрестности установившегося режима. Необходимое условие устойчивости процесса: положительность коэффициентов характеристического многочлена. Достаточное условие (теорема Вышнеградского). Обобщение теоремы Вышнеградского - критерий устойчивости Гурвица.
8	Типовые системы автоматического управления в химической промышленности.	Способы автоматического дозирования. Безарматурное дозирование. Управление процессом подготовки растворов на химической станции. Непрерывное регулирование концентрации и уровня. Пошаговый многоемкостной метод обеспечения заданной концентрации. Управление процессами разделения неоднородных смесей (суспензий). Автоматизация отстойника. Автоматизация барабанного и дискового фильтров. Управление процессом центрифугирования. Автоматизация процесса выпаривания. Однокорпусная выпарная установка с нагревателем и конденсатором пара. Многокорпусная выпарная установка.

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и ее методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Основные понятия управления химико - технологическими процессами	4			У1-У5	ЗЛ-1; 3 С -2 Т-4 КО-5	ПК-2 ПК-23
2	Элементы промышленной автоматики и их применение в системах управления технологическими процессами	2	1		У1-У5 МУ-1	ЗЛ-5 КО -6	ПК-2 ПК-23
3	Датчики. Исполнительные элементы.	2	2		У1-У5 МУ-2	ЗЛ -7 С -8	ПК-2 ПК- 23
4	Многофункциональные законы управления	2			У1-У2	ЗЛ -9 С - 10	ПК-2 ПК-23
5	Основы проектирования автоматических систем управления	2			У-2	ЗЛ- 11 Т-12	ПК-2 ПК-23
6	Основы теории автоматического управления	2			У1-У5	ЗЛ-13 Р-14	ПК-2 ПК-23
7	Построение систем регулирования	2	3		У1-У5 МУ-2	ЗЛ - 15 С- 16	ПК-2 ПК-23
8	Типовые системы автоматического управления в химической промышленности	2	4		У1-У5 МУ-3	ЗЛ – 17 КО-18	ПК-2 ПК-23

У – учебник, МУ - методические указания, ЗЛ - защита лабораторной работы, КО - С-собеседование, Т - тестирование, Р - защита (проверка) рефератов.

4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

4.2.1 Лабораторные работы

Таблица 4.2.1 - Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объём, час
1	Лабораторная работа №1. Исследование электрических реле времени	8
2	Лабораторная работа №2 Исследование САР температуры с автоматическим потенциометром	8
3	Лабораторная работа №3 Исследование системы автоматического контроля и регулирования уровня	10

№	Наименование лабораторной работы	Объём, час
4	Лабораторная работа № 4 Исследование временных и частотных характеристик типовых динамических звеньев САР	10
ИТОГО		36

4.3. Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 - Самостоятельная работа студентов

№	Наименование раздела дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	Основные понятия управления химико-технологическими процессами	1-2 неделя	6
2	Элементы промышленной автоматики и их применение в системах управления технологическими процессами	3-4 неделя	5,9
3	Датчики. Исполнительные элементы	5-8 неделя	7
4	Многофункциональные законы управления	9-10 неделя	7
5	Основы проектирования автоматических систем управления	11-12 неделя	7
6	Основы теории автоматического управления	13-14 неделя	7
7	Построение систем регулирования	15-16 неделя	7
8	Типовые системы автоматического управления в химической промышленности	17-18 неделя	7
ИТОГО			53,9

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

библиотекой университета:

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

кафедрой:

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.

- путем разработки: методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов; заданий для самостоятельной работы; тем докладов; вопросов к экзамену; методических указаний к выполнению лабораторных и практических работ и т.д.

типографией университета:

– помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы; удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

6 Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС и Приказа Министерства образования и науки РФ от 11 августа 2016г. №1005 по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» реализация компентентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов. В рамках дисциплины предусмотрены встречи с экспертами и специалистами Комитета по труду и занятости населения Курской области.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 18,5% аудиторных занятий согласно УП.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час
1	2	3	4
1 2	Автоматизация процесса выпаривания. Однокорпусная выпарная установка с нагревателем и конденсатором пара. Многокорпусная выпарная установка (лекция)	Лекция – беседа с разбором конкретных ситуаций	2
	Исследование химического реактора как объекта регулирования (лабораторная работа)	Конкурсные задания по выявлении особенностей моделирования различных типов реакторов	8
Итого			10

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован исторический и современный научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование профессиональной культуры обучающихся. Содержание дисциплины профессионально-трудовому, экологическому воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

– целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для лабораторных занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки производства, высокого профессионализма ученых (представителей производства), их ответственности за результаты и последствия деятельности для природы, человека и общества*;*

– применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподава-

телем, другими обучающимися, представителями работодателей (командная работа, проектное обучение, деловые игры, разбор конкретных ситуаций, решение кейсов*;*

– личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Таблица 7.1 - Этапы формирования компетенции

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
ПК-2: готовность применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования	Б1.Б.15 Инженерная графика; Б1.В.ДВ.3.2 Математические модели процессов и работа с ними;	Б1.В.ОД.14 Моделирование химико-технолгических процессов; Б1.В.ДВ.3 Статистическая обработка в химической практике;	Б2.П.5 Преддипломная практика; Б1.В.ОД.15 Системы управления Химико-технологическими процессами
ПК -23 способностью проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива		Б1.Б.20 Процессы и аппараты химической технологии	Б1.В.ОД.15 Системы управления Химико-технологическими процессами

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2 - Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

№ п/п	Код компетенции (или ее части)	Показатели оценивания компетенций	Уровни сформированности компетенции		
			Пороговой (удовлетворительный)	Продвинутый (хороший)	Высокий (отличный)
1	ПК-2	*1.Доля освоенных обучающимися знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п. 1.3 РПП.* *2. Качество освоенных обучающимися знаний, умений, навыков.* *3. Умение применять знания, умения, навыки в типовых и нестандартных ситуациях*	**Знать:** аналитические и численные методы решения поставленных задач	Знать: аналитические и численные методы решения поставленных задач; основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации	Знать: основные принципы постановки целей и задач в в своей профессиональной области; описание процессов, средства и технологии для его реализации, аналитические и численные методы решения поставленных задач; основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации
			Уметь: применять аналитические и численные методы для решения поставленных задач	Уметь: искать. обрабатывать, анализировать научно-техническую информацию по теме исследования	Уметь: применять аналитические и численные методы для решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ; использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей предметной области, изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, работать с научно-технической и патентной информацией; формулиро-

					вать цель и задачи научного исследования.
			Владеть навыками поиска, обработки, анализа научно-технической информации:	Владеть: навыками поиска, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации в профессиональной деятельности	Владеть: навыками поиска, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации для профессиональной деятельности, выбору методик и средств решения задачи
2	ПК-23	*1.Доля освоенных обучающимися знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п. 1.3 РПП.* *2. Качество освоенных обучающимися знаний, умений, навыков.* *3. Умение применять знания, умения, навыки в типовых и нестандартных ситуациях*	Знать: фрагментарные знания об управлении технологическими процессами	Знать: общие знания и представления об управлении технологическими процессами, типовых системах автоматического управления в химической промышленности	Знать: Сформированные систематические знания теории управления технологическими процессами; статические и динамические характеристики объектов и звеньев управления; основные виды систем автоматического регулирования и законы управления; типовые системы автоматического управления в химической промышленности; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров.
			Уметь: частичное умение проектировать технологические процессы (в составе авторского коллектива)	Уметь: не всегда достаточно успешное умение проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства (в составе авторского	Уметь: сформированное умение составлять планы размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест, рассчитать производственные мощности и загрузку оборудования

				коллектива)	
			Владеть: фрагментарные навыки, необходимые для решения задач, связанных с проектированием	Владеть: в целом успешное, но не всегда правильное использование автоматизированных систем технологической подготовки	Владеть: успешное и систематическое применение навыков, необходимых для решения задач, связанных с проектированием, технологическими процессами и оборудованием, методами управления и регулирования химико - технологических процессов.

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Таблица 7.3 Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	Основные понятия управления химико - технологическими процессами.	ПК-2 ПК-23	Лекции лабораторные работы СРС	Собеседование	(1-6) (7-13)	Согласно табл.7.2
				контрольные вопросы к лаб.№ 1	1-4	
				Т Р	1-10 1-5	
2	Элементы промышленной автоматики	ПК-2 ПК-23	Лекции Лабора-	Собеседование	(14-20)	Согласно табл.7.2

	и их применение в системах управления технологическими процессами.		торные работы СРС	контрольные вопросы к лаб.№ 1	5-8	
3	Датчики. Исполнительные элементы.	ПК-2 ПК-23	Лекции Лабораторные работы СРС	Собеседование	(21-26)	Согласно табл.7.2
				Контрольные вопросы к лаб.№ 2	1-4	
4	Многофункциональные законы управления.	ПК-2 ПК-23	Лекции Лабораторные работы СРС	Собеседование	(26-32)	Согласно табл.7.2
				Контрольные вопросы к лаб.№ 2	5-7	
5	Основы проектирования автоматических систем управления	ПК-2 ПК-23	Лекции Лабораторные работы СРС	Собеседование	(33-39)	Согласно табл.7.2
				Контрольные вопросы к лаб.№ 3	1-4	
6	Основы теории автоматического управления	ПК-2 ПК-23	Лекции Лабораторные занятия СРС	Собеседование	(40-46)	Согласно табл.7.2
				Контрольные вопросы к лаб.№ 3	5-8	
7	Построение систем регулирования	ПК-2 ПК-23	Лекции Лабораторные занятия СРС	Собеседование	(47-53)	Согласно табл.7.2
				Контрольные вопросы к лаб.№ 4	1-4	
8	Типовые системы автоматического управления в химической промышленности	ПК-2 ПК-23	Лекции Лабораторные занятия СРС	Собеседование	(54-60)	Согласно табл.7.2
				Контрольные вопросы к лаб.№ 4	5-7	
				Т	10	

Примеры типовых контрольных заданий для проведения
текущего контроля успеваемости

Вопросы в тестовой форме по разделу (теме) 1. Основные понятия управления химико - технологическими процессами

Какой инструмент MatLab предназначен для выполнения оптимизационных расчетов?

А) ToolBox Optimization

Б) Statistics Toolbox

В) Symbolic Math Toolbox

Г) Partial Differential Equation Toolbox

Д) Fuzzy Logic Toolbox

Вопросы собеседования по теме №1 «Основные понятия управления химико - технологическими процессами»**:**

1. Что такое термоэлектрический преобразователь?
2. Что такое термопреобразователь сопротивления?
3. Какие методы используются для измерения уровня жидкостей?
4. Какие методы используются для измерения уровня сыпучих продуктов?
5. Какие условия необходимо соблюсти, чтобы измерить массовый расход газа методом переменного перепада давления?
6. Каким методом можно измерить массовый расход жидкости непосредственно?
7. Назовите универсальные методы определения состава технологических сред?
8. Что такое переходная функция?
9. Что такое передаточная функция?
10. Что такое алгоритм управления?
11. Что такое алгоритм функционирования?
12. В каких вторичных приборах используется уравновешенный измерительный мост, а в каких неуравновешенный?

Темы рефератов

1.Первое (гидравлическое) реле - сифон.

2.Античные примеры первых автоколебательных систем.

3.Основные функции современного устройства управления технологическим процессом на примере автоматизированного технологического процесса крашения

4.Измерительные приборы как устройства управления без исполнительных элементов связи с объектом управления.

5.Выбор систем элементов в химической промышленности.

6.Физические принципы работы датчиков

7.Принципы действия исполнительных органов (заслонок, клапанов, механических контактов).

8.Понятие о способах технической реализации законов управления.

9.Основные этапы проектирования

11.Разработка схем автоматизации, обеспечивающих обслуживание и ремонт устройств управления.

12.Понятие о задачах и методах теории автоматического регулирования.

13.Односвязные и многосвязные системы стабилизации.

14.Требования к качеству процессов в системе непрерывной стабилизации и математическая формализация этих требований.

15.Статическая характеристика САР

16. Понятие о состоянии системы.

Пример контрольной работы по теме №7-8 «Основы теории автоматического управления. Построение систем регулирования»

Задача 1. Определить статическую ошибку регулирования по управлению САР с П-регулятором. Ku=2, Kf=3, KR=10, g=60%.

Задача 2. Определить статическую ошибку регулирования по управлению САР с ПИ-регулятором. Ku=2, Kf=3, KR=10, Ти=5с, g=60%.

Задача 3. Принципы управления электрическими нагревателями.

Задача 4. Температура 200°С измеряется медным термометром сопротивления ТСМ класса точности 0,3 и автоматическим электронным мостом класса точности 0,5 с диапазоном измерения 0¸300°С. Оценить погрешность измерения температуры данным комплектом.

Задача 5. Барботажный (пьезометрический) уровнемер рассчитан на измерение уровня пульпы (плотность 1200кг/м3) до 0,6м. Найти наименьшее давление источника сжатого воздуха, если абсолютное давление в емкости может достигать 50кПа.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УММ по дисциплине

Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в виде компьютерного тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

-закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),

- открытой (необходимо вписать правильный ответ),

- на установление правильной последовательности,

- на установление соответствия.

Умения, навыки и компетенции проверяются с помощью помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Примеры типовых заданий для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Задание в закрытой форме:

Какие сигналы используются системой регулирования для формирования управляющего воздействия при управлении по возмущению?

Задание в открытой форме:

Чему будет равна передаточная функция системы, образованной последовательным соединением звеньев?

1. Передаточной функции звена с наибольшим коэффициентом усиления
2. Сумме передаточных функций звеньев
3. Произведению передаточных функций звеньев

Задание на установление правильной последовательности:

Установите правильную последовательность при поверке автоматических потенциометров согласно ГОСТ-7164-71:

1) определение основной абсолютной и приведенной погрешностей;
2) определение вариации показаний прибора;
3) определение распределение погрешности вдоль шкалы прибора.

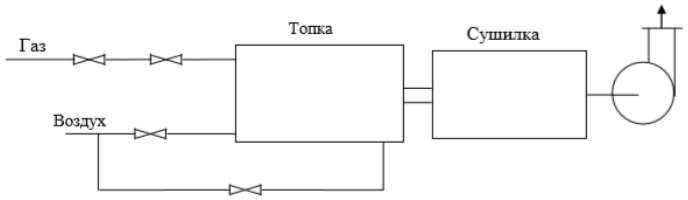
Задание на установление соответствия:

В истории развития систем автоматичекого управления можно условно выделить четыре исторических периода. Установите соответствие:

А. греческая и арабская цивилизации	1. III век до н. э.-1200 год н. э.
Б. промышленная революция в Европе	2. с третьей четверти XVIII века, хотя корни ее прослеживаются и в начале XVII века
В. начало массовых коммуникаций	3. 1910-1945
Г. век освоения космоса, компьютерный век	4. с 1957 г. по наши дни

Компетентностно-ориентированная задача:

Разработать схему автоматизации с применением программно-логического контроллера, составить спецификацию на приборы и средства автоматизации. Технологическая схема сушильного агрегата. Соотношение газ-воздух 1:3. Температура в печи 1000^0С. Разрежение 50 кПа. Температура в сушилке 400^0С.



Предусмотреть: измерение расхода газа на горелку; регулирования соотношения газвоздух 1:3; регулирование температуры в топке.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- положение П 02.016 «О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ»;
- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине, в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется в следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
1	2	3	4	5
Лабораторная работа №1. Исследование электрических реле времени	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа №2 Исследование САР температуры с автоматическим потенциометром	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа №3 Исследование системы автоматического контроля и регулирования уровня	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа № 4 Исследование временных и частотных характеристик типовых динамических звеньев САР	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
КИТМ Лекция №1 Основные понятия управления химико - технологическими процессами	2	Материал усвоен менее чем на 50%	4	Материал усвоен более чем на 50%
КИТМ Лекция №2 Основные понятия управления химико-технологическими процессами.		Материал усвоен менее чем на 50%		Материал усвоен более чем на 50%
КИТМ Лекция №3 Элементы промышленной автоматики и их применение в системах управления технологическими процессами	2	Материал усвоен менее чем на 50%	4	Материал усвоен более чем на 50%
КИТМ Лекция №4 Датчики. Исполнительные элементы		Материал усвоен менее чем на 50%		Материал усвоен более чем на 50%
КИТМ Лекция №5 Многофункциональные законы управления	2	Материал усвоен менее чем на 50%	4	Материал усвоен более чем на 50%
КИТМ Лекция №6 Основы проектирования автоматических систем управления		Материал усвоен менее чем на 50%		Материал усвоен более чем на 50%
КИТМ Лекция №7 Основы теории автоматического управления	2	Материал усвоен менее чем на 50%	4	Материал усвоен более чем на 50%
КИТМ Лекция №8 Построение систем регулирования		Материал усвоен менее чем на 50%		Материал усвоен более чем на 50%
КИТМ Лекция №9 Типовые системы автоматического управления в химической промышленности	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Выполнил, доля правильных ответов более 50%
СРС	6		12	
Итого	24		48	
Посещаемость			16	
Зачет	0		36	
Итого	24		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ - 16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме –2 балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование - 36 баллов.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1 Основная учебная литература

1 Автоматизация технологических процессов [Текст]: учебное пособие / А.Г. Схиртладзе [и др.]. - Старый Оскол. : ТНТ, 2012. - 524 с.

2 Сборник задач анализа переходных и установившихся периодических процессов в линейных звеньях САР [Электронный ресурс]: учебное пособие для самостоятельной работы студентов / В.М. Емельянов, А.М. Фрумкин – Курск: Курский гос. ун-т, 2010. – 47с.

8.2 Дополнительная учебная литература

3 Бесекерский В.А., Теория систем автоматического регулирования [Текст]: / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов - СПб.: Профессия, 2004.– 752с.

4 Гульков Г.И. Системы автоматизированного управления электроприводом [Текст]: / Г.И. Гульков, Ю.Н. Петренко, Е.П. Раткевич - Минск: Новое Знание, 2004. -384с.

5 Ерофеев А.А. Теория автоматического управления [Текст]: учебник для вузов. - СПб.: Политехника, 2005. - 302с.

8.3 Перечень методических указаний

1 Исследование электрических реле времени [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению лабораторной работы № 1 по курсам «Теория автоматического управления и «Управление техническими системами» для студентов технических специальностей / Юго-Западный государственный университет, Кафедра электроснабжения; ЮЗГУ; сост.: А. В. Филонович, А. М. Фрумкин. - Курск: ЮЗГУ, 2012. - 19 с.

2 Исследование многодвигательного привода с программным релейным управлением [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению лабораторной работы № 2 по курсам «Теория автоматического управления и «Управление техническими системами» для студентов технических специальностей / Юго-Западный государственный университет, Кафедра электроснабжения ; ЮЗГУ; сост.: А. В. Филонович, И. И. Аксёнов. - Курск : ЮЗГУ, 2012. - 12 с.

3 Исследование системы дистанционной передачи данных, выполненной на сельсинах [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению лабораторной работы № 3 по курсам "Теория автоматического управления" и "Управление техническими системами" для студентов технических специальностей / Юго-Западный государственный университет, Кафедра электроснабжения ; ЮЗГУ ; сост.: А. В. Филонович, И. И. Аксёнов. - Курск : ЮЗГУ, 2012. - 17 с.

8.4 Другие учебно-методические материалы

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:
Химическая технология;
Заводская лаборатория;
Химия и жизнь.

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (elibrary.ru)
2. Федеральный портал «Российское образование»: http://www.edu.ru/
3. Химические сайты:
http://www.xumuk.ru/,
http://www.alximik.ru/,
http://www.chemistry.ru/,
http://anchem.ru/,
http://www.rusanalytchem.org/,
http://window.edu.ru/resource/664/50664/.

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» являются лекции и лабораторные занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают лабораторные занятия, которые обеспечивают: контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Лабораторному занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

По согласованию с преподавателем или по его заданию студенты готовить рефераты по отдельным темам дисциплины, выступать на занятиях с докладами. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов. Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, защиты отчетов по лабораторным работам, а также по результатам докладов.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами»: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п. В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, промежуточный контроль путем отработки студентами пропущенных лекции, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой.

Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепление освоенного материала является конспектирование, без которого немыслима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает

студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» с целью усвоения и закрепления компетенций. Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Libreoffice операционная система Windows
Антивирус Касперского *(или ESETNOD)*

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса дисциплине

1 Класс ПЭВМ (8 шт): (ASUS) P7P55LX.tDOR3/4096 Mb/Coree; 3-540/SHTA-11; 500 GbI-fitachi/PCI-E 512 Mb Монитор TFTWide23";

2 Мультимедиацентр: ноутбук ASUSX50VLPMD-T2330/14"/1024Mb/ 160Gb/ сумка/проектор inFocusIN24+;

3 Мультимедиацентр: телевизор «PHILIPS», DVDPlayerDV-2240;

4 Лабораторное оборудование для проведения интерактивных занятий:

шкаф вытяжной лабораторный, весы электронные ВСТ-150/ 5, весы электронные MWP-150 CAS, весы электронные ВСН 150 /5, весы аналитические электронные ВСЛ 200 /01А, весы торсионные ВТ-500, колориметр фотоэлектрический концентрационный КФК-2, спектрофотометр ПромЭкоЛаб ПЭ-5400В, системный блок Celeron, иономер универсальный ЭВ-74, микроскоп МВ-30-ГУ, приспособление перемешивающее ТПР-М, диспенсер BiohitProlineProspenser, водяная баня шестиместная UT-4300E, аквадистиллятор ДЭ-4, плитка электрическая, прибор Лейкометр с электрометром и переменным осветителем, холодильник Полюс 2 для хранения реактивов и получения льда, стол титровальный, рефрактометр ИРФ-454 Б2М, высокочастотный рН-метр-иономер ЭКО-ТЕСТ-120, рН-метр Мультитест ИПЛ-311, влагомер В3М-1, дистиллятор из нержавеющей стали UD-1050.

13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые

к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

14 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание* для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измененных	заменённых	аннулированных	новых			

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ряполов Петр Алексеевич
Должность: декан ЕНФ
Дата подписания: 03.03.2023 19:48:54
Уникальный программный ключ:
efd3ecdbd183f7649d0e3[illegible]0c6662946e7c880f0b2b268921fde408c1fb6

Аннотация рабочей программы по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами»

Цель дисциплины

Цель изучения дисциплины - приобрести базовые знания по автоматизации, позволяющие принимать участие в проектировании систем управления техническими объектами и квалифицированно эксплуатировать системы управления химико-технологическими процессами.

Задачи дисциплины Ознакомиться с общими принципами построения автоматизированных систем и многофункциональных устройств управления технологическими процессами, а также с принципами организации взаимодействия между устройствами управления и обслуживающим персоналом.

Ознакомиться с физическими принципами работы основных компонентов современных устройств управления химико-технологическими процессами: датчиков (измерительных преобразователей), функциональных преобразователей, исполнительных элементов.

Ознакомиться с принципами построения систем автоматического регулирования (САР) как элементов автоматизированной системы. Изучить элементы математических методов обеспечения качества процессов в САР, в частности, обеспечения устойчивости установившихся процессов.

Ознакомиться с принципами автоматизации элементов типовых химико-технологических процессов.

Ознакомиться с принципами построения схем автоматизации технологических процессов. Научиться читать схемы автоматизации и самостоятельно их разрабатывать.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины;

готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (ПК-2);

способностью проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива (ПК-23).

Разделы дисциплины:

– Основные понятия управления химико - технологическими процессами.
– Основные понятия управления химико-технологическими процессами.
– Элементы промышленной автоматики и их применение в системах управления технологическими процессами.
– Датчики.
– Исполнительные элементы.
– Многофункциональные законы управления.
– Основы проектирования автоматических систем управления
– Основы теории автоматического управления
– Построение систем регулирования
– Типовые системы автоматического управления в химической промышленности.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
естественно-научного
(наименование ф-та полностью)
_____ П.А. Ряполов
(подпись, инициалы, фамилия)
«21» 11 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Системы управления химико-технологическими процессами
(наименование дисциплины)

направление подготовки (специальность) 18.03.01
(шифр согласно ФГОС

Химическая технология
и наименование направления подготовки (специальности)

Химическая технология
наименование профиля, специализации или магистерской программы

форма обучения заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Курск – 2016

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом №1174 от 12.09.2016г и на основании учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, одобренного Ученым советом университета протокол № 1 «26» сентября 2016 г.

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения студентов по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология на заседании кафедры фундаментальной химии и химической технологии «_17___» __11_____ 2016 г., протокол № 7.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой д.х.н., профессор _____ Миронович Л.М.

Разработчик программы к.пед.н., доцент _____ ЯнкивК.Ф.

(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)

Согласовано:
Директор научной библиотеки _____Макаровская В.Г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки (специальности) _ 18.03.01 _, одобренного Ученым советом университета протокол № 5 «30» 01 2017г. на заседании кафедры ФХиХТ 31.08.2017, N1

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки (специальности)18.03.01 Хим. тех., одобренного Ученым советом университета протокол № 1 «26» 03 2018г. на заседании кафедры ФХиХТ протокол N9 29.08.2018

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

и.о. Зав. кафедрой _____ Кувардин Н.В.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки (специальности) _____, одобренного Ученым советом университета протокол № _ «__»_____20_г. на заседании кафедры_____

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана, направления подготовки (специальности) 18.03.01 Химическая технология, одобрена Ученым советом университета, протокол № 5 « 30 » 01 2017, на заседании кафедры

ФХиХТ, 26.06.2020г. Пр №13

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Н.В. Кувардин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана, направления подготовки (специальности) 18.03.01 Химическая технология, одобрена Ученым советом университета, протокол № 9 « 26 » 09 2018, на заседании кафедры

ФХиХТ, 30.06.2021г, Пр №15

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Н.В. Кувардин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана, направления подготовки (специальности) 18.03.01 Химическая технология, одобрена Ученым советом университета, протокол № 7 «29 » 03 2018, на заседании кафедры

ФХиХТ, 18.06.2022г., пр №14

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Н.В. Кувардин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана, направления подготовки (специальности) 18.03.01 Химическая технология, одобрена Ученым советом университета, протокол № 7 « 25 » 02 2020, на заседании кафедры

ФХиХТ, 29.06.2023г, пр №13

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Н.В. Кувардин

1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП

1.1 Цель дисциплины

Цель изучения дисциплины - приобрести базовые знания по автоматизации, позволяющие принимать участие в проектировании систем управления техническими объектами и квалифицированно эксплуатировать системы управления химико-технологическими процессами.

1.2 Задачи дисциплины

Ознакомиться с общими принципами построения автоматизированных систем и многофункциональных устройств управления технологическими процессами, а также с принципами организации взаимодействия между устройствами управления и обслуживающим персоналом.

1. Ознакомиться с физическими принципами работы основных компонентов современных устройств управления химико-технологическими процессами: датчиков (измерительных преобразователей), функциональных преобразователей, исполнительных элементов.
2. Ознакомиться с принципами построения систем автоматического регулирования (САР) как элементов автоматизированной системы. Изучить элементы математических методов обеспечения качества процессов в САР, в частности, обеспечения устойчивости установившихся процессов.
3. Ознакомиться с принципами автоматизации элементов типовых химико-технологических процессов.
4. Ознакомиться с принципами построения схем автоматизации технологических процессов. Научиться читать схемы автоматизации и самостоятельно их разрабатывать.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Обучающиеся должны **знать**:

- основные принципы постановки целей и задач в в своей профессиональной области; описание процессов, средства и технологии для его реализации, аналитические и численные методы решения поставленных задач; основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации;
- сформированные систематические знания теории управления технологическими процессами; статические и динамические характеристики объектов и звеньев управления; основные виды систем автоматического регулирования и законы управления; типовые системы автоматического управления в химической промышленности; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров.

Уметь:

- применять аналитические и численные методы для решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ; использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей предметной области, изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, работать с научно-технической и патентной информацией; формулировать цель и задачи научного исследования;
- сформированное умение составлять планы размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест, рассчитать производственные мощности и загрузку оборудования.

Владеть:

- навыками поиска, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации для профессиональной деятельности, выбору методик и средств решения задачи;

- успешное и систематическое применение навыков, необходимых для решения задач, связанных с проектированием, технологическими процессами и оборудованием, методами управления и регулирования химико - технологических процессов.

У обучающихся формируются следующие компетенции:

-готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (ПК-2);

-способностью проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива (ПК-23).

2 Указание места дисциплины в структуре образовательной программы

«Системы управления химико-технологическими процессами» представляет дисциплину с индексом Б.1В.0Д.15 вариативной части учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, изучаемую на 4курсе.

3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единиц (з.е.), 108 академических часов.

Таблица 3 – Объём дисциплины по видам учебных занятий

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	~~8,2~~ 8,1 (1)
в том числе:	
лекции	4
лабораторные занятия	4
практические занятия	0
экзамен	не предусмотрен
зачет	~~0,2~~ 0,1 (1)
курсовая работа (проект)	не предусмотрена
расчетно-графическая (контрольная) работа	не предусмотрена
Аудиторная работа (всего):	8
в том числе:	
лекции	4
лабораторные занятия	4
практические занятия	0
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	96
Контроль/экз (подготовка к экзамену)	4

4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Основные понятия управления химико - технологическими процессами.	Возникновение автоматики, как искусства создания «самодействующих» технических объектов. Солнечные и водяные часы. Первое (гидравлическое) реле - сифон. Античные примеры первых автоколебательных систем на базе сифона и зубчатых передач: часы Ктесибия, автомат-игрушка. Паровой шар Герона. Водяная мельница. Развитие автоматики в средние века. Ветряная мельница. Возникновение и совершенствование механических часов. Часы Гюйгенса. Первая задача термокомпенсации и часы Кулибина. Изобретение паровой машины. Первые регуляторы прямого непрерывного действия: регулятор уровня И. Ползунова и центробежный регулятор Д. Уатта. Принципы регулирования по отклонению и возмущению. Регулятор уровня Понселе. Регулятор температуры прямого непрерывного действия. Гидравлический регулятор уровня непрямого действия. Механическое реле, Кинематические масштабирующие устройства. Релейный дилатометрический регулятор температуры - простейший пример регулятора разрывного действия. Роль в развитии автоматики электромеханики, двигателестроения, электротехники, электроники. Электромагнитное реле, электронное реле (триггер Шмитта). Релейные устройства противоаварийного управления. Основные функции современного устройства управления технологическим процессом на примере автоматизированного технологического процесса крашения: управление безаварийным процессом (включая регулирование), распознавание аварий и управление аварийной приостановкой или завершением процесса, связь с обслуживающим персоналом, связь с параллельно работающими устройствами управления, оптимизация закона управления в процессе эксплуатации системы. Диагностика химко-технологического процесса. Модели диагностирования. Методы и средства диагностики. Понятие об экспертных системах.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
2	Элементы промышленной автоматики и их применение в системах управления технологическими процессами.	Типовые технические решения для реализации автоматизированных систем. Представление структуры технического объекта как взаимодействующих объекта управления и устройства управления непрямого действия. Представление структуры устройства управления как группы датчиков, группы исполнительных элементов и функционального преобразователя. Логическое равноправие элементов связи с объектом и элементов связи с обслуживающим персоналом. Измерительные приборы как устройства управления без исполнительных элементов связи с объектом управления. Централизованные и распределенные устройства управления. Иерархическая структура распределенного устройства управления. Унифицированные системы элементов для построения устройств автоматики на базе различных физических принципов. Электромеханические, гидравлические, пневматические, электронные элементы автоматики. Выбор систем элементов в химической промышленности. Преобразователи, связывающие разнородные физические величины. Государственная система приборов. Элементы метрологии, контроль основных технологических параметров.
3	Датчики. Исполнительные элементы.	Основные технологические параметры, контролируемые в химико-технологических процессах, методы и средства контроля. Принципы унификации средств сопряжения датчиков с электронными функциональными преобразователями. Основные параметры датчиков, учитываемые при их выборе. Физические принципы работы датчиков: температуры, уровня, положения, давления, расхода, концентрации, химического состава, влажности. Представление типичного исполнительного элемента как взаимодействия механического исполнительного (регулирующего) органа и приводного элемента. Принципы действия исполнительных органов (заслонок, клапанов, механических контактов). Принципы работы электромеханических приводных элементов: электромагнита, двигателей - асинхронного, синхронного, постоянного тока с независимым возбуждением, вентильного, шагового. Мотор-редукторы. Принципы унификации средств сопряжения приводных элементов с электронными функциональными преобразователями. Основные свойства и параметры приводных элементов, учитываемые при их выборе.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
4	Многофункциональные законы управления.	Понятия оператора, события, управляющей процедуры. Параллельная (интерактивная) и многоситуационные композиции управляющих процедур. Элементарные процедуры управления. Понятие о языке описания законов управления, представляемых композициями управляющих процедур. Понятие о способах технической реализации законов управления. Примеры реализации на базе электронных компонентов процедуры выдержки времени, непрерывного регулирования, релейного регулирования, защиты. Понятие о программной реализации многофункциональных законов управления устройствами на базе микропроцессоров (промышленными контроллерами). Структура контроллеров, стандартизация способов обмена информацией между ними. Технические данные контроллеров, учитываемые при их выборе.
5	Основы проектирования автоматических систем управления	Основные этапы проектирования. Разработка кибернетической схемы автоматизации объекта. Выбор датчиков и исполнительных механизмов. Формулировка закона управления. Выбор контроллера. Программная реализация закона управления. Макетирование и лабораторные испытания макета системы управления с целью. Реальные (натурные) испытания системы управления и настройка параметров закона управления. Разработка схем автоматизации, обеспечивающих обслуживание и ремонт устройств управления. Принципы изображения схем автоматизации согласно ЕСКД. ГОСТ 21.404-85 и вспомогательные стандарты. Примеры схем автоматизации.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
6	Основы теории автоматического управления	Элементы теории автоматического регулирования. Понятие о задачах и методах теории автоматического регулирования. Определения общей задачи регулирования и системы автоматического регулирования (САР). Частные примеры задач регулирования (стабилизации, слежения, программного регулирования). Односвязные и многосвязные системы стабилизации. Целесообразность математического моделирования системы объект-регулятор для решения задач улучшения показателей качества процессов. Задачи синтеза САР. Задачи анализа САР и ее элементов. Типовые требования к качеству процессов в системе непрерывной стабилизации и математическая формализация этих требований. Классификация переменных, характеризующих работу САР: регулируемая переменная, и внешние воздействия: уставка задающее (уставка) и возмущающие (возмущения). Требования к качеству регулирования при кусочно-постоянных возмущениях. Функция Хэвисайда. Установившийся процесс. Статическая характеристика САР. Статическая ошибка. Динамические свойства систем управления. Время завершения переходного процесса. Характеристики отклонений в переходном процессе (мажоритарная и интегральная). Требования к реакции САР на импульсные возмущения, δ-функция. Требования к реакции САР на периодические возмущения. Моделирование систем регулирования. Понятие о состоянии системы. Обыкновенные дифференциальные уравнения как наиболее распространенный вид моделей для систем автоматического регулирования. Установившийся процесс при постоянных воздействиях как положение равновесия модели. Модели объектов регулирования первого порядка: резервуара с жидкостью, резервуара с газом, электрической печи (грубая модель), электрического двигателя постоянного тока, двигателя внутреннего сгорания. Пример линеаризации модели. Объекты регулирования второго порядка: двухемкостной накопитель жидкости, электрическая печь с нагревателем (грубая модель), электрический двигатель постоянного тока (модель с учетом электромагнитных процессов).

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
7	Построение систем регулирования	Выбор безынерционного закона регулирования на основе статической характеристики объекта. Сравнительный математический анализ систем регулирования с безынерционными регуляторами «по возмущению» и «по отклонению» в статике. Принцип отрицательности обратной связи. Исчезновение статической ошибки при бесконечном увеличении чувствительности регулятора «по отклонению». Линейный безынерционный (пропорциональный) регулятор. Улучшение качества процессов в системе регулирования с объектом регулирования первого порядка и пропорциональным регулятором (на примере регулятора уровня). Возникновение незатухающих колебаний в системе регулирования, описываемой дифференциальным уравнением третьего порядка. Моделирование системы регулирования давления газа с инерционным пропорциональным регулятором на основе упругого звена. Линеаризация модели в окрестности установившегося режима. Необходимое условие устойчивости процесса: положительность коэффициентов характеристического многочлена. Достаточное условие (теорема Вышнеградского). Обобщение теоремы Вышнеградского - критерий устойчивости Гурвица.
8	Типовые системы автоматического управления в химической промышленности.	Способы автоматического дозирования. Безарматурное дозирование. Управление процессом подготовки растворов на химической станции. Непрерывное регулирование концентрации и уровня. Пошаговый многоемкостной метод обеспечения заданной концентрации. Управление процессами разделения неоднородных смесей (суспензий). Автоматизация отстойника. Автоматизация барабанного и дискового фильтров. Управление процессом центрифугирования. Автоматизация процесса выпаривания. Однокорпусная выпарная установка с нагревателем и конденсатором пара. Многокорпусная выпарная установка.

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и ее методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Основные понятия управления химико - технологическими процессами.	2			У-1, У-2, У-3	ЗЛ-1; 3 С -2 Т-4 КО-5	ПК-2 ПК-23

2	Элементы промышленной автоматики и их применение в системах управления технологическими процессами.		2		У-1, У-2, У-3	ЗЛ-5 КО -6	ПК-2 ПК-23
3	Датчики. Исполнительные элементы.				У-1, У-2, У-3	ЗЛ -7 С -8	ПК-2 ПК- 23
4	Многофункциональные законы управления.	2			У-1, У-2	ЗЛ -9 С - 10	ПК-2 ПК-23
5	Основы проектирования автоматических систем управления		2		У-2	ЗЛ- 11 Т-12	ПК-2 ПК-23
6	Основы теории автоматического управления				У-1, У-2, У-3	ЗЛ-13 Р-14	ПК-2 ПК-23
7	Построение систем регулирования				У-1, У-2, У-3	ЗЛ - 15 С- 16	ПК-2 ПК-23
8	Типовые системы автоматического управления в химической промышленности.				У-1, У-2, У-3	ЗЛ – 17 КО-18	ПК-2 ПК-23

У –учебник, МУ- методические указания, ЗЛ - защита лабораторной работы, КО - С-собеседование, Т-тест, Р - реферат.

4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

4.2.1 Лабораторные работы

Таблица 4.2.1 - Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объём, час
1	Лабораторная работа №1. Исследование электрических реле времени.	2
2	Лабораторная работа №3 Исследование системы автоматического контроля и регулирования уровня.	2
ИТОГО		36

4.3. Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 3.6 - Самостоятельная работа студентов

№	Наименование раздела дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.

1	Основные понятия управления химико - технологическими процессами.	1-3 неделя	12
2	Элементы промышленной автоматики и их применение в системах управления технологическими процессами.	4-6 неделя	12
3	Датчики. Исполнительные элементы.	7-8 неделя	12
4	Многофункциональные законы управления.		12

5	Основы проектирования автоматических систем управления	9-10 неделя	12
6	Основы теории автоматического управления	11-12	12
7	Построение систем регулирования	13-15 неделя	12
8	Типовые системы автоматического управления в химической промышленности.	16-18 неделя	12
ИТОГО			96

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

библиотекой университета:

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

кафедрой:

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.
- путем разработки: методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов; заданий для самостоятельной работы; тем докладов; вопросов к экзамену; методических указаний к выполнению лабораторных и практических работ и т.д.

типографией университета:

– помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы; удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

6 Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС и Приказа Министерства образования и науки РФ от 05.04.2017г. №301 ~~11 августа 2016г. №1005~~ по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов. В рамках дисциплины предусмотрены встречи с экспертами и специалистами Комитета по труду и занятости населения Курской области.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 25% аудиторных занятий согласно УП.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час
1	2	3	4
1	Автоматизация процесса выпаривания. Однокорпусная выпарная установка с нагревателем и конденсатором пара. Многокорпусная выпарная установка (лекция)	Лекция – беседа с разбором конкретных ситуаций	2
Итого			2

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Таблица 7.1 Этапы формирования компетенции

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
ПК-2: готовность применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования	Б1.Б.15 Инженерная графика; Б1.В.ДВ.3.2 Математические модели процессов и работа с ними;	Б1.В.ОД.14 Моделирование химико-технолгических процессов; Б1.В.ДВ.3 Статистическая обработка в химической практике;	Б2.П.5 Преддипломная практика; Б1.В.ОД.15 Системы управления Химико-технологическими процессами
ПК -23 способностью проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки		Б1.Б.20 Процессы и аппараты химической технологии	Б1.В.ОД.15 Системы управления Химико-технологическими процессами Преддипломная практика

производства в составе авторского коллектива			

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2 Показатели и критерии определения уровня сформированности компетенций (частей компетенций)

№ п/п	Код компетенции (или ее части)	Показатели оценивания компетенций	Уровни сформированности компетенции		
			Пороговой (удовлетворительный)	Продвинутый (хороший)	Высокий (отличный)
1	ПК-2	*1.Доля освоенных обучающимися знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п. 1.3 РПП.* *2. Качество освоенных обучающимися знаний, умений, навыков.* *3. Умение применять знания, умения, навыки в типовых и нестандартных ситуациях*	**Знать:** аналитические и численные методы решения поставленных задач	Знать: аналитические и численные методы решения поставленных задач; основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации	Знать: основные принципы постановки целей и задач в в своей профессиональной области; описание процессов, средства и технологии для его реализации, аналитические и численные методы решения поставленных задач; основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации
			Уметь: применять аналитические и численные методы для решения поставленных задач	Уметь: искать. обрабатывать, анализировать научно-техническую информацию по теме исследования	Уметь: применять аналитические и численные методы для решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ; использовать сетевые компьютерные технологии и базы

					данных в своей предметной области, изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, работать с научно-технической и патентной информацией; формулировать цель и задачи научного исследования.
			Владеть навыками поиска, обработки, анализа научно-технической информации:	Владеть: навыками поиска, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации в профессиональной деятельности	Владеть: навыками поиска, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации для профессиональной деятельности, выбору методик и средств решения задачи
2	ПК-23	*1.Доля освоенных обучающимися знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п. 1.3 РПП.* *2. Качество освоенных обучающимися знаний, умений, навыков.* *3. Умение применять знания, умения, навыки в типовых и нестандартных ситуациях*	**Знать:** фрагментарные знания об управлении технологическими процессами	**Знать:** общие знания и представления об управлении технологическими процессами, типовых системах автоматического управления в химической промышленности	**Знать:** Сформированные систематические знания теории управления технологическими процессами; статические и динамические характеристики объектов и звеньев управления; основные виды систем автоматического регулирования и законы управления; типовые системы автоматического управления в химической промышленности; методы и средства

					диагностики и контроля основных технологических параметров.
			Уметь: частичное умение проектировать технологические процессы (в составе авторского коллектива)	**Уметь:** не всегда достаточно успешное умение проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства (в составе авторского коллектива)	**Уметь:** сформированное умение составлять планы размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест, рассчитать производственные мощности и загрузку оборудования.
			Владеть:фрагментарные навыки, необходимые для решения задач, связанных с проектированием	**Владеть:** в целом успешное, но не всегда правильное использование автоматизированных систем технологической подготовки	**Владеть:** успешное и систематическое применение навыков, необходимых для решения задач, связанных с проектированием, технологическими процессами и оборудованием, методами управления и регулирования химико - технологических процессов.

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Таблица 7.3 Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контроли-руемой	Технология формирова-ния	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наимено вание	№№ заданий	

		компе-тенции (или её части)				
1	Основные понятия управления химико - технологическими процессами.	ПК-2 ПК-23	Лекции СРС	Собеседование	(1-6) (7-13)	Согласно табл.7.2
				контрольные вопросы к лаб.№ 1	1-4	
				Т Р	1-10 1-5	
2	Элементы промышленной автоматики и их применение в системах управления технологическими процессами.	ПК-2 ПК-23	Лабораторные работы СРС	Собеседование	(14-20)	Согласно табл.7.2
				контрольные вопросы к лаб.№ 1	5-8	
3	Датчики. Исполнительные элементы.	ПК-2 ПК-23	СРС	Собеседование	(21-26)	Согласно табл.7.2
				Контрольные вопросы к лаб.№ 2	1-4	
4	Многофункциональные законы управления.	ПК-2 ПК-23	Лекции СРС	Собеседование	(26-32)	Согласно табл.7.2
				Контрольные вопросы к лаб.№ 2	5-7	
5	Основы проектирования автоматических систем управления	ПК-2 ПК-23	Лабораторные работы СРС	Собеседование	(33-39)	Согласно табл.7.2
				Контрольные вопросы к лаб.№ 3	1-4	
6	Основы теории автоматического управления	ПК-2 ПК-23	СРС	Собеседование	(40-46)	Согласно табл.7.2
				Контрольные вопросы к лаб.№	5-8	

				3		
7	Построение систем регулирования	ПК-2 ПК-23	СРС	Собеседование	(47-53)	Согласно табл.7.2
				Контрольные вопросы к лаб.№ 4	1-4	
8	Типовые системы автоматического управления в химической промышленности.	ПК-2 ПК-23	СРС	Собеседование	(54-60)	Согласно табл.7.2
				Контрольные вопросы к лаб.№ 4	5-7	
				Т	10	

Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

Тест

Какой инструмент MatLab предназначен для выполнения оптимизационных расчетов?
А) ToolBox Optimization
Б) Statistics Toolbox
В) Symbolic Math Toolbox
Г) Partial Differential Equation Toolbox
Д) Fuzzy Logic Toolbox

Вопросы собеседования по теме №1 «Основные понятия управления химико - технологическими процессами»**:**

1. Что такое термоэлектрический преобразователь?
2. Что такое термопреобразователь сопротивления?
3. Какие методы используются для измерения уровня жидкостей?
4. Какие методы используются для измерения уровня сыпучих продуктов?
5. Какие условия необходимо соблюсти, чтобы измерить массовый расход газа методом переменного перепада давления?
6. Каким методом можно измерить массовый расход жидкости непосредственно?
7. Назовите универсальные методы определения состава технологических сред?
8. Что такое переходная функция?
9. Что такое передаточная функция?
10. Что такое алгоритм управления?
11. Что такое алгоритм функционирования?
12. В каких вторичных приборах используется уравновешенный измерительный мост, а в каких неуравновешенный?

Рефераты

1.Первое (гидравлическое) реле - сифон.
2.Античные примеры первых автоколебательных систем.

3.Основные функции современного устройства управления технологическим процессом на примере автоматизированного технологического процесса крашения
4.Измерительные приборы как устройства управления без исполнительных элементов связи с объектом управления.
5.Выбор систем элементов в химической промышленности.
6.Физические принципы работы датчиков
7.Принципы действия исполнительных органов (заслонок, клапанов, механических контактов).
8.Понятие о способах технической реализации законов управления.
9.Основные этапы проектирования
11.Разработка схем автоматизации, обеспечивающих обслуживание и ремонт устройств управления.
12.Понятие о задачах и методах теории автоматического регулирования.
13.Односвязные и многосвязные системы стабилизации.
14.Требования к качеству процессов в системе непрерывной стабилизации и математическая формализация этих требований.
15.Статическая характеристика САР
16. Понятие о состоянии системы.

Пример контрольной работы по теме №7-8 «Основы теории автоматического управления. Построение систем регулирования»

Задача 1. Определить статическую ошибку регулирования по управлению САР с П-регулятором. Ku=2, Kf=3, KR=10, g=60%.

Задача 2. Определить статическую ошибку регулирования по управлению САР с ПИ-регулятором. Ku=2, Kf=3, KR=10, Ти=5с, g=60%.

Задача 3. Принципы управления электрическими нагревателями.

Задача 4. Температура 200°С измеряется медным термометром сопротивления ТСМ класса точности 0,3 и автоматическим электронным мостом класса точности 0,5 с диапазоном измерения 0,300°С. Оценить погрешность измерения температуры данным комплектом.

Задача 5. Барботажный (пьезометрический) уровнемер рассчитан на измерение уровня пульпы (плотность 1200кг/м3) до 0,6м. Найти наименьшее давление источника сжатого воздуха, если абсолютное давление в емкости может достигать 50кПа.

Типовые задания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в форме тестирования (бланкового и/или компьютерного).
Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.
Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется.
Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:
-закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.
Умения, навыки и компетенции проверяются с помощью задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- Положение П 02.016–2015 «О балльно-рейтинговой системе оценки качества освоения образовательных программ»;
- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные списке литературы.

Для *текущего контроля* по дисциплине, в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется в следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
1		3	4	5
Лабораторная работа №1. Исследование электрических реле времени.		Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа №3 Исследование системы автоматического контроля и регулирования уровня.		Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Лекция №1 Основные понятия управления химико - технологическими процессами.		Материал усвоен менее чем на 50%	4	Материал усвоен более чем на 50%
Лекция №2 Многофункциональные законы управления.		Материал усвоен менее чем на 50%	4	Материал усвоен более чем на 50%
СРС			20	
Итого			36	
Посещаемость			14	
Зачет			60	
Итого			100	

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Основная литература

1) Автоматизация технологических процессов [Текст]: учебное пособие / А.Г. Схиртладзе [и др.]. - Старый Оскол. : ТНТ, 2012. - 524 с.
2) Сборник задач анализа переходных и установившихся периодических процессов в линейных звеньях САР [Электронный ресурс]: учебное пособие для самостоятельной работы студентов / В.М. Емельянов, А.М. Фрумкин – Курск: Курский гос. ун-т, 2010. – 47с.

8.2. Дополнительная

1) Бесекерский В.А., Теория систем автоматического регулирования [Текст]: / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов - СПб.: Профессия, 2004.– 752с.
2) Гульков Г.И. Системы автоматизированного управления электроприводом [Текст]: / Г.И. Гульков, Ю.Н. Петренко, Е.П. Раткевич - Минск: Новое Знание, 2004. -384с.
3) Ерофеев А.А. Теория автоматического управления [Текст]: учебник для вузов. - СПб.: Политехника, 2005. - 302с.

8.3 Перечень методических указаний

1. Исследование электрических реле времени [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению лабораторной работы № 1 по курсам «Теория автоматического управления и «Управление техническими системами» для студентов технических специальностей / Юго-Западный государственный университет, Кафедра электроснабжения; ЮЗГУ; сост.: А. В. Филонович, А. М. Фрумкин. - Курск: ЮЗГУ, 2012. - 19 с.

Исследование многодвигательного привода с программным релейным управлением [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению лабораторной работы № 2 по курсам «Теория автоматического управления и «Управление техническими системами» для студентов технических специальностей / Юго-Западный государственный университет, Кафедра электроснабжения ; ЮЗГУ; сост.: А. В. Филонович, И. И. Аксёнов. - Курск : ЮЗГУ, 2012. - 12 с.

3. Исследование системы дистанционной передачи данных, выполненной на сельсинах [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению лабораторной работы № 3 по курсам "Теория автоматического управления" и "Управление техническими системами" для студентов технических специальностей / Юго-Западный государственный университет, Кафедра электроснабжения ; ЮЗГУ ; сост.: А. В. Филонович, И. И. Аксёнов. - Курск : ЮЗГУ, 2012. - 17 с.

8.4 Другие учебно-методические материалы

При изучении дисциплины рекомендуется использовать мультимедийные материалы в виде презентации, плакаты, а также отраслевые научно-технические журналы: Химическая технология; Заводская лаборатория; Химия и жизнь.

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (elibrary.ru)
2. Федеральный портал «Российское образование»: http://www.edu.ru/
4. Химические сайты:
http://www.xumuk.ru/,
http://www.alximik.ru/,
http://www.chemistry.ru/,
http://anchem.ru/,
http://www.rusanalytchem.org/,
http://window.edu.ru/resource/664/50664/.

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» являются лекции и лабораторные занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают лабораторные занятия, которые обеспечивают: контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Лабораторному занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

По согласованию с преподавателем или по его заданию студенты готовить рефераты по отдельным темам дисциплины, выступать на занятиях с докладами. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов. Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, защиты отчетов по лабораторным работам, а также по результатам докладов.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами»: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п. В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, промежуточный контроль путем отработки студентами пропущенных лекции, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой.

Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепление освоенного материала является конспектирование, без которого немыслима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» с целью усвоения и закрепления компетенций. Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Libreoffice операционная система Windows
Антивирус Касперского *(или ESETNOD)*

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса дисциплине

1 Класс ПЭВМ (8 шт): (ASUS) P7P55LX.tDOR3/4096 Mb/Coree; 3-540/SHTA-11; 500 GbI-fitachi/PCI-E 512 Mb Монитор TFTWide23";
2 Мультимедиацентр: ноутбук ASUSX50VLPMD-T2330/14"/1024Mb/ 160Gb/ сумка/проектор inFocusIN24+;
3 Мультимедиацентр: телевизор «PHILIPS», DVDPlayerDV-2240;
4 Лабораторное оборудование для проведения интерактивных занятий
шкаф вытяжной лабораторный, весы электронные ВСТ-150/ 5, весы электронные MWP-150 CAS, весы электронные ВСН 150 /5, весы аналитические электронные ВСЛ 200 /01А, весы торсионные ВТ-500, колориметр фотоэлектрический концентрационный КФК-2, спектрофотометр ПромЭкоЛаб ПЭ-5400В, системный блок Celeron, иономер универсальный ЭВ-74, микроскоп МВ-30-ГУ, приспособление перемешивающее ТПР-М, диспенсер BiohitProlineProspenser, водяная баня шестиместная UT-4300E, аквадистиллятор ДЭ-4, плитка электрическая, прибор Лейкометр с электрометром и переменным осветителем, холодильник Полюс 2 для хранения реактивов и получения льда, стол титровальный, рефрактометр ИРФ-454 Б2М, высокочастотный pH-метр-иономер ЭКОТЕСТ-120, pH-метр Мультитест ИПЛ-311, влагомер ВЗМ-1, дистиллятор из нержавеющей стали UD-1050.

13 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание* для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измененных	замененных	аннулированных	новых			
1	4, 10	–	–	–	2	31.08.17	Протокол №1 заседания кафедры ФХиХТ от 31.08.17