

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по учебной работе

_____ Э.Ю. Майкова
« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»
«Системы управление химико-технологическими процессами»
Направление подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль) – Химическая технология высокомолекулярных
соединений
Типы задач профессиональной деятельности – научно-исследовательский и
технологический

Форма обучения – очная

Химико-технологический факультет
Кафедра «Биотехнологии, химии и стандартизации»

Тверь 20__

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы:
профессор кафедры БХС

М.Г. Сульман

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БХС
« ____ » _____ 20 __ г., протокол № ____.

Заведующий кафедрой

М.Г. Сульман

Согласовано:
Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Д.А.Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Системы управление химико-технологическими процессами» является получение знаний об основных понятиях управления технологическими процессами; основ теории автоматического управления, основ проектирования автоматических систем управления и метрологического обеспечения.

Задачами дисциплины являются:

- формирование знаний об основных видах и принципах функционирования автоматических систем управления; об устойчивости систем автоматического управления; о методах диагностики химико-технологических процессов; об основных принципах проектирования автоматических систем управления химико-технологических процессов;

- формирование способности составлять и решать дифференциальные уравнения, описывающие системы автоматического управления и их компоненты; проводить технологические измерения, рассчитывать параметры устойчивости систем автоматического управления; рассчитывать параметры систем автоматического управления;

- формирование навыков анализа статических и динамических характеристик объектов управления; обработки результатов измерения и диагностики систем автоматического управления; чтения, анализа и проектирования схем автоматизации химико-технологических процессов.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной дисциплине Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания, умения и навыки, полученные в процессе изучения дисциплин: «Моделирование химико-технологических процессов», «Процессы и аппараты химической технологии», «Метрология и основы технического регулирования», «Общая химическая технология», «Прикладная механика», «Электротехника и электроника».

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы в дальнейшем при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция, закреплённая за дисциплиной в ОХОП:

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИУК-1.2. Осуществляет поиск и критический анализ необходимой информации, обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31.1. Основные подходы к сбору и анализу научно-технической информации по эксплуатации систем автоматического управления в различных технологических схемах.

Уметь:

У1.1. Анализировать информацию по подбору, монтажу и эксплуатации различных систем автоматического управления.

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИУК-2.1. *Определяет совокупность задач в рамках поставленной цели проекта.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

32.1. Основные задачи использования систем управления в химико-технологических процессах.

Уметь:

У2.1. Адаптировать различные элементы систем управления для оптимального решения производственных задач.

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ОПК-4. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-4.1. *Использует знание основных принципов организации химического производства, его иерархической структуры, общих закономерностей организации и реализации химических процессов, основных химических производств при решении задач профессиональной деятельности.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

33.1. Основные технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции

Уметь:

У3.1. Регулировать параметры технологического процесса при изменении внешних влияющих параметров.

ИОПК-4.3. *Выбирает технические средства, методы испытаний для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

34.1. Методы решения задач по расчету параметров измерительных систем и систем управления.

Уметь:

У4.1. Подбирать технические средства и методы для контроля параметров химико-технологических процессов, свойств сырья и готовой продукции.

ИОПК-4.6. Владеет методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

35.1. Основные методы управления химико-технологическими системами.

Уметь:

У5.1. Подбирать и анализировать системы регулирования химико-технологических процессов.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий; выполнение лабораторных работ; выполнение практических работ; выполнение курсовой работы; самостоятельная работа под руководством преподавателя.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	4	144
Аудиторные занятия (всего)		78
В том числе:		
Лекции		26
Практические занятия (ПЗ)		26
Лабораторные работы (ЛР)		26
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		66
В том числе:		
Курсовая работа		20
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям		15
- подготовка к лабораторным занятиям		15
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		16
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		не предусмотрен
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

Таблица 2. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. практикум	Сам. работа
1	Введение. Порядок изложения курса	3	1	-	-	2
2	Основные понятия автоматического управления	6	2	-	-	4
3	Виды систем автоматического управления и законы регулирования	7	3	-	-	4
4	Линеаризация дифференциальных уравнений, описывающих систем автоматического управления	10	2	4	2	2
5	Динамические звенья	7	3	-	-	4
6	Составление исходных дифференциальных уравнений САУ	10	2	-	4	4
7	Запаздывание и устойчивость систем регулирования. Критерии устойчивости	19	3	4	2	10
8	Статические и динамические характеристики объектов управления, переходные процессы.	21	3	6	2	10
9	Диагностика химико-технологического процесса	29	3	6	12	10
10	Проектирование автоматических систем управления	30	4	6	10	12
Всего на дисциплину		144	26	26	26	66

5.2. Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1 «ВВЕДЕНИЕ. ПОРЯДОК ИЗЛОЖЕНИЯ КУРСА»

Курс «Системы управления в химической технологии», его цели и задачи, порядок изложения. Рекомендуемая литература. Основные определения и термины. Взаимосвязь курса с другими предметами, связанными с проектированием и эксплуатацией производств химической технологии.

МОДУЛЬ 2 «ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»

Алгоритм, алгоритм функционирования, управление, алгоритма управления, системы управления, объект управления. Процессы и сигналы. Кибернетические системы и блоки. Кибернетика и предмет теории

автоматического управления. Управляющее воздействие на объект управления (технологический процесс).

МОДУЛЬ 3 «ВИДЫ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И ЗАКОНЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ»

Понятие о замкнутых автоматических системах. Классификация автоматических систем. Непрерывные и дискретные автоматические системы. Линейные и нелинейные системы регулирования. Компенсирующие системы. Автоматические системы, работающие по возмущению. Экстремальные системы управления. Типовые воздействия в автоматических системах (ступенчатое воздействие, импульсное воздействие, гармоническое воздействие, линейное воздействие).

МОДУЛЬ 4 «ЛИНЕАРИЗАЦИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ, ОПИСЫВАЮЩИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»

Линейные и нелинейные дифференциальные уравнения, описывающие системы автоматического управления и их компоненты. Линеаризация уравнений. Методы и примеры линеаризации. Запись линеаризованных уравнений звеньев.

МОДУЛЬ 5 «ДИНАМИЧЕСКИЕ ЗВЕНЬЯ»

Общие понятия. Виды звеньев. Элементарные динамические звенья (безинерционное звено, инерционные звенья 1-го и 2-го, идеальное и реальное интегрирующие звенья, идеальное и реальное дифференцирующие звенья, изодромное звено, форсирующее звено, интегро-дифференцирующие звенья). Статические и динамические характеристики звеньев управления. Амплитудная частотная, фазовая частотная, амплитудно-фазовая частотная характеристики.

МОДУЛЬ 6 «СОСТАВЛЕНИЕ ИСХОДНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ САУ»

Общий метод составления исходных уравнений. Дифференциальное уравнение как наиболее полная и наиболее полная форма описания автоматических систем. Символическая (операторная) форма записи. Операционный метод. Преобразование Лапласа. Передаточные функции САУ. Изображения простейших функций времени по Лапласу. Свойства передаточных функций. Законы регулирования.

МОДУЛЬ 7 «ЗАПАЗДЫВАНИЕ И УСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ. КРИТЕРИИ УСТОЙЧИВОСТИ»

Запаздывание в системах автоматического управления. Инерционность систем. Понятие об устойчивости систем регулирования. Критерий устойчивости Гурвица. Критерий устойчивости Михайлова. Критерий устойчивости Найквиста.

МОДУЛЬ 8 «СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ, ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ»

Общие сведения. Анализ статических и динамических характеристик объектов управления. Решение исходного дифференциального уравнения. Сведение неоднородного уравнения к однородному. Построение кривой переходного процесса. Вынужденная составляющая переходного процесса. Свободная составляющая переходного процесса. Характеристическое уравнение и его корни. Использование компьютерных систем.

МОДУЛЬ 9 «ДИАГНОСТИКА ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА»

Методы и средства диагностики. Государственная система приборов. Элементы метрологии. Контроль основных технологических параметров. Принципы выбора первичных и вторичных измерительных преобразователей, приборов, средств сигнализации. Процедуры измерения любой физической величины: выделение измеряемой физической величины из многих других, в том числе и одноимённых, присущих объекту измерения и окружающим телам; преобразование измеряемой физической величины в другую, однозначно связанную с первой; сравнение измеряемой физической величины с мерой. Фундаментальные пределы точности измерений. Инструментальные и методические погрешности. Основная и дополнительная погрешности средств измерений. Систематические, прогрессирующие и случайные погрешности. Погрешности адекватности и градуировки средств измерений. Понятие полосы погрешностей. Абсолютная, относительная и приведенная погрешности средств измерений. Аддитивная и мультипликативная погрешности. Погрешность квантования.

МОДУЛЬ 10 «ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ»

Основы проектирования автоматических систем управления. Системный подход к проектированию, стадии и этапы проектирования систем управления, организация проектирования, проектная документация; автоматизированное проектирование систем управления. Типовые системы автоматического управления в химической промышленности. САУ с использованием контроллеров.

5.3. Лабораторные работы

Таблица 3. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в часах
Модули 4, 8 Цель: Приобретение навыков решения дифференциальных уравнений, описывающих системы автоматического управления (САУ) и их компоненты	Дифференциальные уравнения и передаточные функции звеньев автоматических систем	4

Модуль 6 Цель: Приобретение навыков расчета параметров САУ. Составление уравнений в теории САУ	Расчет параметров САУ	2
Модуль 7 Цель: Приобретение знаний об устойчивости систем регулирования	Устойчивость линейных систем	2
Модуль 9 Цель: Приобретение навыков обработки результатов измерений	1) Технологические измерения 2) Обработка результатов прямых измерений 3) Обработка результатов косвенных измерений 4) Обработка результатов совокупных измерений 5) Обработка данных хроматографического и спектрального анализа	12
Модуль 10 Цель: Приобретение навыков моделирования химико-технологических процессов. Приобретение навыков проектирования автоматизированных систем управления	1) Чтение и анализ функциональных схем автоматизации 2) Моделирование реакторов непрерывного и периодического действия	10

5.4. Практические занятия

Таблица 4. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоемкость в часах
Модули 4, 8. Цель: приобретение навыков решения дифференциальных уравнений, описывающих системы автоматического управления и их компоненты	Дифференциальные уравнения и передаточные функции звеньев автоматических систем	10
Модуль 7. Цель: приобретение знаний об устойчивости систем регулирования	Устойчивость линейных систем	4
Модуль 9. Цель: приобретение навыков обработки результатов измерений	Технологические измерения	6
Модуль 10 Цель: приобретение навыков моделирования химико-технологических процессов. Приобретение навыков проектирования автоматизированных систем управления	Чтение и анализ функциональных схем автоматизации	6

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Основными целями самостоятельной работы бакалавров является формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых, рациональных и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к лабораторным и практическим занятиям, к текущему контролю успеваемости; подготовке к зачету.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдаются задания на лабораторные и практические занятия. Студенты выполняют задания в часы СРС в течение семестра в соответствии с освоением учебных разделов. Защита выполненных заданий производится поэтапно в часы лабораторных занятий. Оценивание осуществляется путем устного опроса, который проводится по содержанию и качеству выполненного задания.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Южаков, А.А. Автоматизированное проектирование средств и систем управления : учебное пособие для вузов / А.А. Южаков; Пермский национальный исследовательский политехнический университет. - Пермь : Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2015. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-398-01464-8. - URL: <https://e.lanbook.com/book/160761>. - (ID=143754-0)

2. Захаров, Н.А. Проектирование систем автоматизации : курс лекций / Н.А. Захаров, М.З. Салихов. - Москва : МИСиС, 2011. - ЦОР IPR SMART. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-87623-534-3. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/98098.html>. - (ID=145547-0)

3. Ким, Д.П. Теория автоматического управления. Линейные системы : учебник и практикум для вузов / Д.П. Ким. - 3-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-00799-2. - URL: <https://urait.ru/book/teoriya-avtomaticheskogo-upravleniya-lineynye-sistemy-491122>. - (ID=136126-0)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Лапшенков, Г.И. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. Технические средства и лабораторные работы : учеб. пособие для хим.-технолог. спец. вузов / Г.И. Лапшенков, Л.М. Полоцкий. - 3-е изд. ; перераб. и доп. - Москва : Химия, 1988. - 288 с. : ил. - (Для высшей школы). - Библиогр. : с. 285 - 286. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7245-0007-8 : 1 р. - (ID=57205-36)

2. Полоцкий, Л.М. Автоматизация химических производств. Теория, расчет и проектирование систем автоматизации : учеб. пособие для хим.-технол. специальностей вузов / Л.М. Полоцкий, Г.И. Лапшенков. - М. : Химия, 1982. - 296 с. : ил. - (Автоматизация химических производств). - Библиогр.: с. 289. - Текст : непосредственный. - 90 к. - (ID=74211-20)

3. Жмудь, В.А. Теория автоматического управления. Замкнутые системы : учебное пособие для вузов по инженерно-техническим направлениям / В.А. Жмудь. - 2-е изд. ; доп. и перераб. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-05119-3. - URL: <https://urait.ru/book/teoriya-avtomaticheskogo-upravleniya-zamknutyie-sistemy-492766>. - (ID=136122-0)

4. Востриков, А.С. Теория автоматического регулирования : учебник и практикум для вузов / А.С. Востриков, Г.А. Французова. - Москва :Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-04845-2. - URL: <https://urait.ru/bcode/492217>. - (ID=136119-0)

5. Беспалов, А.В. Системы управления химико-технологическими процессами : учебник для вузов по хим.-технол. напр. подготовки бакалавров и дипломир. спец. : в составе учебно-методического комплекса / А.В. Беспалов, Н.И. Харитонов. - М. : Академкнига, 2007. - 690 с. : ил. - (УМК-У). - Библиогр. : с. 679 - 682. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-94628-311-3 : 306 р. - (ID=65987-30)

7.3. Методические материалы

1. Моделирование объектов и систем управления на ЭВМ : метод.указ. к лаб. работам для спец. 2103. Ч. 1 : Экспериментальные методы построения математических моделей объектов управления / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. АТП ; сост. Н.Н. Филатова . - Тверь : ТвГТУ, 1994. - 16 с. : Ил. - Текст : непосредственный. - 350-00. - (ID=1435-17)

2. Моделирование объектов и систем управления на ЭВМ : метод.указ. к лаб. работам для студ. спец. 2103. Ч. 2 : Анализ объектов управления и автоматических систем регулирования на ЭВМ / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. АТП ; сост. Н.Н. Филатова. - Тверь : ТвГТУ, 1994. - 20 с. : ил. - 375-00. - (ID=472-16)

3. Расширенное описание лекционного курса по дисциплине "Системы управления химико-технологическими процессами" : в составе учебно-

методического комплекса / разработ. М.Г. Сульман ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. АТП. - Тверь : ТвГТУ , 2007. - (УМК-М). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/104831> . - (ID=104831-1)

4. Практические занятия по дисциплине "Системы управления химико-технологическими процессами" : в составе учебно-методического комплекса / разработ. М.Г. Сульман ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. АТП. - Тверь : ТвГТУ , 2007. - (УМК-П). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/104832> . - (ID=104832-1)

5. Направления для выполнения курсовой работы по дисциплине "Системы управления химико-технологическими процессами" : в составе учебно-методического комплекса / разработ. М.Г. Сульман ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. АТП. - Тверь : ТвГТУ , 2007. - (УМК-КП). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/104829> . - (ID=104829-1)

6. Лабораторный практикум по дисциплине "Системы управления химико-технологическими процессами" : в составе учебно-методического комплекса / разработ. М.Г. Сульман ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. АТП. - Тверь : ТвГТУ , 2007. - (УМК-ЛР). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/104830> . - (ID=104830-1)

7. Экзаменационные вопросы по дисциплине "Системы управления химико-технологическими процессами" : в составе учебно-методического комплекса / разработ. М.Г. Сульман ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. АТП. - Тверь : ТвГТУ , 2007. - (УМК-В). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/104826> . - (ID=104826-1)

8. Учебно-методический комплекс дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» направлений подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология, профиль: Химическая технология синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств. 18.03.01 Химическая технология, профиль: Химическая технология высокомолекулярных соединений : ФГОС 3++ / Каф. Биотехнологии, химии и стандартизации ; сост. М.Г. Сульман. - 2022. - (УМК). - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/121955> . - (ID=121955-1)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>

4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ": сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.). Диск 1, 2, 3, 4. - М.: Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/121955>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Системы управление химико-технологическими процессами» используются современные средства обучения, возможна демонстрация лекционного материала с помощью проектора. Аудитория для проведения лекционных занятий, проведения защит и презентаций курсовых работ оснащена современной компьютерной и офисной техникой, необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями и законодательно-правовой поисковой системой, имеющий выход в глобальную сеть.

Для проведения лабораторных работ имеются лаборатории с персональными компьютерами (наличие локальной вычислительной сети необязательно).

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

Учебным планом экзамен по дисциплине не предусмотрен.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

1. Вид промежуточной аттестации в форме зачета.

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем:

по результатам текущего контроля знаний и умений обучающегося без дополнительных контрольных испытаний;

по результатам выполнения дополнительного итогового контрольного испытания при наличии у студентов задолженностей по текущему контролю.

2. При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке описываются критерии проставления зачёта:

«зачтено» - выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех контрольных мероприятий: посещение лекций в объеме не менее 80% контактной работы с преподавателем, выполнения и защиты заданий на практических занятиях.

При промежуточной аттестации с выполнением заданий дополнительного итогового контрольного испытания студенту выдается билет с вопросами и задачами.

Число заданий для дополнительного итогового контрольного испытания - 20.

Число вопросов – 3 (2 вопроса для категории «знать» и 1 вопрос для категории «уметь»).

Продолжительность – 60 минут.

3. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

4. Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачёта:

для категории «знать» (бинарный критерий):

ниже базового - 0 балл;

базовый уровень – 1 балла;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 1 балла.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 1.

5. Для дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке предоставляется:

база заданий, предназначенных для предъявления обучающемуся на дополнительном итоговом контрольном испытании (типовой образец задания приведен в Приложении);

методические материалы, определяющие процедуру проведения дополнительного итогового испытания и проставления зачёта.

6. Задание выполняется письменно и с использованием ЭВМ.

7. База заданий, предъявляемая обучающимся на зачете.

1. Предмет изучения ТАУ. Понятия алгоритма (алгоритма функционирования и алгоритма управления), объекта управления.

2. Понятия автоматического управляющего устройства и автоматической системы управления. Порядок выработки управляющего воздействия.

3. Классификация САУ.

4. Виды воздействий в СУ.

5. Состояния и режимы в САУ.

6. Статические характеристики элементов САУ.

7. Линеаризация по методу касательных или секущих.

8. Типовые законы регулирования.

9. Линейные дифференциальные уравнения.
10. Временные характеристики.
11. Операционный метод (преобразование Лапласа, свойства преобразования Лапласа). Передаточная функция.
12. Частотные характеристики.
13. Классификация динамических звеньев.
14. Безинерционное звено. Инерционное звено первого порядка.
15. Интегрирующие и дифференцирующие звенья.
16. Понятие устойчивости САУ. Критерий Гурвица. Критерий Михайлова. Критерий Найквиста.
17. Средства измерений и их основные элементы.
18. Преобразователи (общие сведения и основные характеристики).
19. Инструментальные и методические погрешности.
20. Основная и дополнительная погрешности средств измерений.
21. Систематические, прогрессирующие и случайные погрешности.
22. Погрешности адекватности и градуировки средств измерений.
23. Понятие полосы погрешностей. Абсолютная, относительная и приведенная погрешности средств измерений.
24. Аддитивная и мультипликативная погрешности. Погрешность квантования.
25. Класс точности средств измерений (при чисто аддитивной и чисто мультипликативной полосах погрешностей).
26. Класс точности средств измерений (при одновременном присутствии аддитивной и мультипликативной составляющих полосы погрешностей).
27. Специальные формулы нормирования полосы погрешностей. Обозначение классов точности средств измерений.
28. Основные положения булевой алгебры.
29. Конъюнктор. Дизъюнктор. Инвертор.
30. Элемент Шеффера. Элемент Пирса

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках задания, выданного студенту.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы

1. Шкала оценивания курсовой работы – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».
2. Примерная тематика курсовой работы.
 - 1) Разработка и анализ схемы автоматизации процесса перемещения жидкостей и газов.
 - 2) Разработка и анализ схемы автоматизации процесса центрифугирования.
 - 3) Разработка и анализ схемы автоматизации процесса фильтрации жидкости.

4) Разработка и анализ схемы автоматизации процесса мокрой очистки газов.

5) Разработка и анализ схемы автоматизации процесса нагревания.

6) Разработка и анализ схемы автоматизации процесса искусственного охлаждения.

7) Разработка и анализ схемы автоматизации процесса выпаривания.

8) Разработка и анализ схемы автоматизации процесса кристаллизации.

9) Разработка и анализ схемы автоматизации процесса ректификации.

10) Разработка и анализ схемы автоматизации процесса абсорбции.

11) Разработка и анализ схемы автоматизации процесса адсорбции.

12) Разработка и анализ схемы автоматизации процесса сушки.

13) Разработка и анализ схемы автоматизации процесса дозирования.

14) Разработка и анализ схемы автоматизации процесса измельчения.

15) Разработка и анализ схемы автоматизации процесса фильтрования газов.

3. Критерии итоговой оценки за курсовую работу.

Таблица 5. Оцениваемые показатели для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
	Термины и определения	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Введение	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
1	Общая часть (обзор литературы по выбранной теме курсовой работы)	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
2	Специальная часть (технологические расчеты по выбранной теме курсовой работы)	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
	Заключение	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Список использованных источников	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0

Критерии итоговой оценки за курсовую работу:

«отлично» – при сумме баллов от 21 до 24;

«хорошо» – при сумме баллов от 17 до 20;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 12 до 16;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 12, а также при любой другой сумме, если по разделам «Общая часть» или «Специальная часть» работа имеет 0 баллов.

4. В процессе выполнения курсовой работы руководитель осуществляет систематическое консультирование.

5. Дополнительные процедурные сведения:

- студенты выбирают тему для курсовой работы самостоятельно из предложенного списка и согласовывают свой выбор с преподавателем в течение двух первых недель обучения;

- проверку и оценку работы осуществляет руководитель, который доводит до сведения обучающего достоинства и недостатки курсовой работы, и ее оценку. Оценка проставляется в зачетную книжку обучающегося и ведомость для курсовой работы. Если обучающийся не согласен с оценкой руководителя, проводится защита работы перед комиссией, которую назначает заведующий кафедрой;

- защита курсовой работы проводится в течение двух последних недель семестра и выполняется в форме устной защиты в виде доклада и презентации на 5-7 минут с последующим ответом на поставленные вопросы, в ходе которых выясняется глубина знаний студента и самостоятельность выполнения работы;

- работа не подлежит обязательному внешнему рецензированию;

- курсовые работы хранятся на кафедре в течение трех лет.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических работ, всех видов самостоятельной работы.

В учебный процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Содержание рабочих программ дисциплин ежегодно обновляется протоколами заседаний кафедры по утвержденной «Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин по образовательным программам, соответствующим ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов» форме.

Приложение

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

Направление подготовки бакалавров – 19.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль) – Химическая технология высокомолекулярных соединений
Кафедра «Биотехнологии, химии и стандартизации»
Дисциплина «Системы управление химико-технологическими процессами»
Семестр 8

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ № 1

1. Задание для проверки уровня «знать» – 0 или 1 балл:
Классификация САУ.
2. Задание для проверки уровня «знать» – 0 или 1 балл:
Средства измерений и их основные элементы.
3. Задание для проверки уровня «уметь» – 0 или 1 балл:
Анализ схемы автоматизации процесса сушки.

Критерии итоговой оценки за зачет:
«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;
«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 1.

Составитель: проф. кафедры БХС

М.Г. Сульман

Заведующий кафедрой БХС

М.Г. Сульман