

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Химический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана химического факультета  
А.С. Князев

» августа 20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

**Системы управления химико-технологическими процессами**

по направлению подготовки

**04.04.01 Химия**

Направленность (профиль) подготовки:  
«**Фундаментальная и прикладная химия веществ и материалов**»

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Магистр**

Год приема

**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.В.ДВ.04.02

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

А.С. Князев

Председатель УМК

В.В. Хасанов

Томск – 2022

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-1. Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения;

- ОПК-3. Способен использовать вычислительные методы и профессиональной адаптировать существующие программные продукты для решения задач деятельности;

- ПК-3. Способен к решению профессиональных производственных задач.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

- ИОПК-1.3. Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук.

- ИОПК-3.1. Использует современные IT-технологии при сборе, анализе и представлении информации химического профиля;

- ИОПК-3.2. Использует стандартные и оригинальные программные продукты, при необходимости адаптируя их для решения задач профессиональной деятельности;

- ИПК-3.1. Анализирует имеющиеся нормативные документы по системам стандартизации, разработки и производству химической продукции и предлагает технические средства для решения поставленных задач;

- ИПК-3.2. Производит оценку применимости стандартных и/или предложенных в результате НИР технологических решений на применимость с учетом специфики изучаемых процессов.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

Освоить основные понятия теории управления технологическими процессами;

Освоить статические и динамические характеристики объектов и звеньев управления;

Освоить основные виды систем автоматического регулирования и законы управления;

Освоить типовые системы автоматического управления в химической промышленности;

Освоить методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров;

Освоить основные понятия о нелинейных системах автоматического регулирования, релейных системах, логических алгоритмах управления, адаптивных и оптимальных системах управления

Освоить принципы подбора рациональной системы регулирования технологического процесса;

Уметь оценивать устойчивость автоматической системы регулирования;

Уметь выбирать конкретные типы приборов для диагностики и управления химико-технологическим процессом.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплина (модули) по выбору 4 (ДВ.4)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

#### **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 1, зачет.

#### **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Дисциплина «Системы управления химико-технологическими процессами» является логическим продолжением в цепи дисциплин по направлению «химия». Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: химическая технология.

Для успешного освоения дисциплины, параллельно должны изучаться следующие дисциплины: актуальные задачи современной химии 2, основы проектирования химических и нефтехимических производств.

#### **6. Язык реализации**

Русский

#### **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

– лекции: 16 ч.;

– практические занятия: 16 ч.;

в том числе практическая подготовка: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

#### **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

Тема 1. Общие сведения об автоматическом управлении производственными процессами, классификация систем автоматического регулирования (САР).

Основные понятия контроля и регулирования, принципы и алгоритмы регулирования, основные требования к системе управления и средствам контроля ХТП, передаточные функции, уровни автоматизации производства и иерархия системы управления, основные руководящие документы и правовые акты.

Тема 2. Методы и средства измерения технологических параметров.

Методы электрических измерений. Методы и средства измерения температуры, уровня давления (прямые, косвенные), расхода (по перепаду давления, электромагнитные и ультразвуковые, по уровню, тепловые, вихревые и пр.). Принцип работы и устройство средств измерений. Средства и методы поверки. Связь с системой управления.

Тема 3. Средства измерения физико-химических характеристик

Концентрация, рН, электропроводность и пр. Типы приборов и принципы работы. Прямые и косвенные измерения. Связь с системой управления процессом. Требования к приборам. Средства и методы поверки.

Тема 4. Автоматические системы регулирования и управления.

Структура автоматической системы регулирования, классификации регуляторов и систем автоматического регулирования, математическое описание типовых звеньев, понятия статической и динамической характеристик, типы соединения элементов системы, законы регулирования, принципы регулирования, понятие устойчивости систем, критерии качества переходных процессов, оценка параметров настройки систем автоматического регулирования, технические средства автоматического регулирования. SCADA, функции и разновидности.

Тема 5. Базы данных и их применение.

Функция регистрации с накоплением данных. Выгрузка данных: цели, задачи, работа с данными системы АСУ ТП. Принципы выбор временного периода выгружаемых значений.

Тема 6. Проектирование систем АСУ ТП.

Принципы и закономерности проектирование систем регулирования и управления процессом. Параметры выбора приборов, мест их установки, регуляторов и звеньев. Оценка устойчивости проектируемой системы. Типовые системы регулирования и управления. Индивидуальные системы. Функции приборов и их графическое изображение согласно нормативным актам. Принципы и алгоритмы синтеза Р&ИД схем.

### **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости лекций и практических занятий, проведения занятий с презентациями студентов по индивидуальному заданию и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

### **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

**Зачет в первом семестре** проводится в устной форме в виде ответа на билет.

Билет состоит из двух частей, проверяется освоение компетенций ОПК-1, ОПК-3, ПК-3. Продолжительность экзамена 2,0 часа.

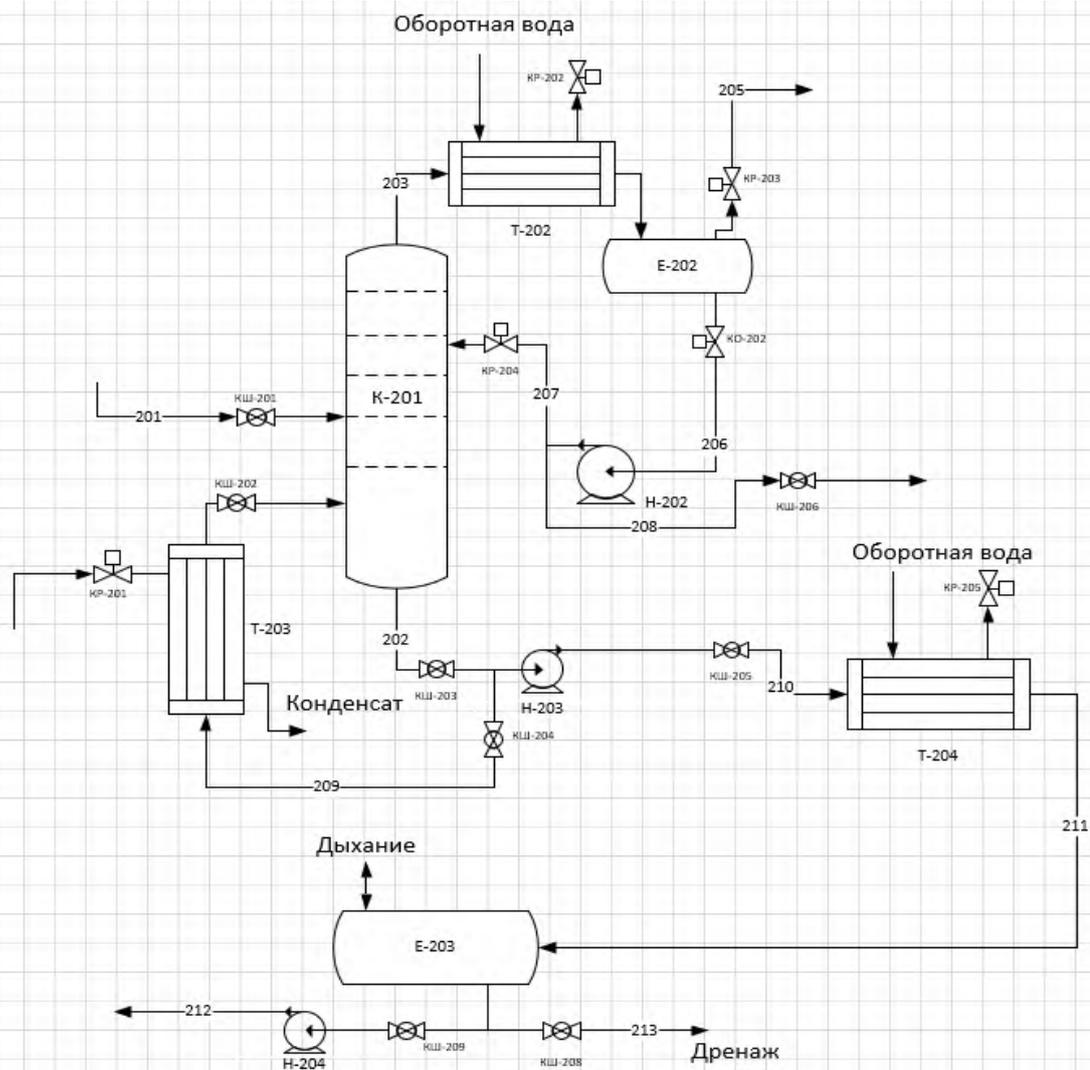
Первая часть представляет собой 2 теоретических вопроса. Предоставляется развернутый ответ в устной форме.

Вторая часть содержит один вопрос и оформлен в виде практического задания (часть схемы и описание этой части технологического процесса без контуров контроля и регулирования). Ответ предоставляется в виде решения практического задания (определить точки контроля, расставить, обозначить и указать типы и функции приборов КИП, обозначить необходимые контуры регулирования, исходя из параметров процесса) с обоснованием принятых решений и типов подобранных приборов КИП.

Примерный перечень теоретических вопросов:

1. Иерархия системы управления. Что включает каждый уровень?
2. Требования к системам управления и средствам контроля;
3. Основные функции приборов КИП. Их обозначение согласно ГОСТ;
4. Типы приборов измерения расхода;
5. Принцип работы кориолисового датчика измерения расхода;
6. Методы и средства измерения температуры.
7. Методы и средства измерения давления;

Пример практического задания:



Описание схемы:

Отпарная колонна К-201 предназначена для извлечения из водного раствора кислоты (рН=1-3) органических соединений. Колонна непрерывного действия.

Среда, поступающая в кубовую часть колонны, нагревается в выносном ребойлере Т-203. Температура куба колонны составляет 115-120 °С. Давление низа колонны – 0,12-0,14 МПа.

Пары, представляющие собой азеотропные смеси воды и органических соединений, а также углеводородные газы, отводятся верхом колонны и частично конденсируются в теплообменнике Т-202. Температура среды на выходе теплообменника составляет 40-50 °С. Давление верха колонны – 0,105-0,11 МПа.

Частично сконденсированные пары поступают в емкость Е-202.

Часть сконденсированной жидкости, представляющая из себя азеотропные смеси углеводородов с водой, возвращаются в колонну в виде флегмы, остальная часть накапливается в емкости и отводится в дренажную емкость для органических сливов. Температура верха колонны должна составлять 70 °С.

Нижний продукт, представляющий собой водный раствор кислоты, отводится из колонны насосом Н-203, охлаждается до температуры 40-50 °С в теплообменнике Т-204 и поступает в емкость накопления Е-203.

Емкость периодически опорожняется по мере накопления. Раствор при помощи насоса Н-204 направляется в цех водоподготовки для его использования в качестве коагулянта в процессе подготовки и очистки воды.

Расставить приборы КИП и контуры регулирования процесса. Указать функции приборов. Определить возможные типы приборов КИП. Устно описать схему регулирования процесса.

Результаты ответа определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если даны полные и правильные ответы на теоретические вопросы билета, приводит решение практического задания; содержание ответа изложено логично и последовательно, практическое задание выполнено согласно актуальным нормативным и правовым актам; существенные фактические ошибки отсутствуют; ответ соответствует нормам русского литературного языка. Допускаются небольшие ошибки и погрешности, не имеющие принципиального характера.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не дал ответа на большинство вопросов; дал неверные, содержащие фактические ошибки, ответы на все вопросы; не смог ответить более чем на половину дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя, а также студенту, отказавшемуся отвечать на вопросы преподавателя.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» <https://moodle.tsu.ru/enrol/index.php?id=33442>

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

- Беспалов А. В., Харитонов Н. И. Системы управления химико-технологическими процессами. Учебник для вузов. М. : ИКЦ «Академкнига», 2007. – 690 с.

- Беспалов А. В., Харитонов Н. И. Задачник по системам управления химико-технологическими процессами. Учебное пособие для вузов. М : ИКЦ «Академкнига», 2005. – 307 с.

- Основы автоматизации производственных процессов нефтегазового производства: учебник в электронном формате / под ред. М. Ю. Праховой. – 2-е изд., испр. – Москва: Академия, 2014. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-96.pdf>

- Фёдоров, А. Ф. Системы управления химико-технологическими процессами: учебное пособие / А. Ф. Фёдоров, Е. А. Кузьменко; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — 2-е изд. — Томск: Изд-во ТПУ, 2015. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m291.pdf>

- Фёдоров, А. Ф. Системы управления химико-технологическими процессами: лабораторный практикум / А. Ф. Фёдоров, Д. А. Баженов, Е. А. Кузьменко; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — 2-е изд., испр. и доп. — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m053.pdf>

б) дополнительная литература:

- Беспалов А. В., Харитонов Н. И., Золотухин С. Е., Финякин Л. Н., Садиленко А. С., Грунский В. Н. Динамические звенья. Временные характеристики. Учебное пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2002. – 80 с.

- Беспалов А. В., Харитонов Н. И., Золотухин С. Е., Финякин Л. Н., Садиленко А. С., Грунский В. Н. Динамические звенья. Частотные характеристики. Учебное пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2002. – 84 с.

- Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 3-х т. Т.1. Анализ и статистическая динамика систем автоматического управления / Под ред. Н. Д. Егупова. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. – 748 с.

- Дудников Е. Г., Казаков А. В., Софиева Ю. Н., Софиев А. Х., Цирлин А. М. Автоматическое управление в химической промышленности. М.: Химия, 1987. – 368 с.

- Иванова Г. М., Кузнецов Н. Д., Чистяков В. С. Теплотехнические измерения и приборы. М.: Энергоатомиздат, 1984. – 229 с.
- Клюев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. М.: Энергия, 1980. – 512 с.
- Автоматизация технологических процессов. Обозначения условных приборов и средств автоматизации в схемах ГОСТ 21.404-85. М. : Издательство стандартов, 1985. – 16 с.
- Практикум по автоматике и системам управления производственными процессами/ Под ред. И. М. Масленникова. М. : Химия, 1986. – 336 с.
- Автоматика, публичное акционерное общество: [сайт]. – Воронеж, 2013. – URL: <http://www.oavt.ru> (дата обращения: 27.05.2020). — Режим доступа: свободный доступ из сети Интернет. — Текст: электронный.
- Кулаков, М. В. Технологические измерения и приборы для химических производств: учебник для вузов / М. В. Кулаков. – 4-е изд., стер. – Москва : Альянс, 2008. – 424 с.

в) ресурсы сети Интернет:  
<http://elibrary.ru>  
<https://login.webofknowledge.com/>

### 13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
  - MS Visio или другой графический редактор (AutoCAD/Компас-3D);
  - публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

### 14. Материально-техническое обеспечение

Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием для демонстрации презентаций, слайдов и компьютерной анимации.

Аудитория для выполнения практических занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием для демонстрации презентаций, слайдов и компьютерной анимации, а также персональными компьютерами с установленным пакетом MS Office (MS Word, MS Excel, MS Visio) и доступом в интернет для выполнения практических заданий.

### 15. Информация о разработчиках

Норин Владислав Вадимович, ведущий специалист отдела предпроектной подготовки ООО «ИХТЦ», ассистент кафедры неорганической химии ХФ НИ ТГУ.

Вольф Андрей Викторович, технолог производственного участка ООО «ИХТЦ».