

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»  
Институт естествознания  
Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института



Е. В. Скрипникова  
«05» июля 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.В.ДВ.02.1 Системы управления химико-технологическими процессами

Направление подготовки/специальность: 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль/направленность/специализация: Нефтехимия

Уровень высшего образования: магистратура

Квалификация: Магистр

год набора: 2021

Тамбов, 2022

**Авторы программы:**

Кандидат химических наук, Корякина Елена Анатольевна

Кандидат химических наук, Балыбин Дмитрий Викторович

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень магистратуры) (приказ Министерства образования и науки РФ от «07» августа 2020 г. № 909).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры химии «17» июня 2021 г. Протокол № 8

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «05» июля 2021 г. № 10.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Магистра.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	7
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	10
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	11
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	12

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-12 Готов разрабатывать информационные системы планирования и управления предприятием

### 1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский
- организационно-управленческий

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 16 Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство (в сферах: сбора, переработки, утилизации и хранения отходов производства; обеспечения экологически и санитарно-эпидемиологически безопасного обращения с отходами производства и потребления), 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: производства неорганических веществ; производства продуктов основного и тонкого органического синтеза; производства продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива; производства полимерных материалов, лаков и красок; производства энергонасыщенных материалов; производства лекарственных препаратов; производства строительных материалов, стекла, стеклокристаллических материалов, функциональной и конструкционной керамики различного назначения; производства химических источников тока; производства защитно-декоративных покрытий; производства элементов электронной аппаратуры и монокристаллов; производства композиционных материалов и нанокompозитов, нановолокнистых, наноструктурированных и наноматериалов различной химической природы; производства редких и редкоземельных элементов), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства)

### 1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ПК-12 Готов разрабатывать информационные системы планирования и управления предприятием	Решает основные технические задачи при планировании и осуществлении технологических процессов

### 1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-12 Готов разрабатывать информационные системы планирования и управления предприятием

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения	
		Очно-заочная (семестр)	
		3	5

1	Преддипломная практика		+
2	Ресурсосбережение и охрана окружающей среды	+	

## 2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры:

Дисциплина «Системы управления химико-технологическими процессами» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Дисциплина «Системы управления химико-технологическими процессами» изучается в 3 семестре.

## 3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 2 з.е.

Очно-заочная: 2 з.е.

Вид учебной работы	Очно-заочная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>72</b>
Контактная работа	10
Лекции (Лекции)	4
Практические (Практ. раб.)	6
Самостоятельная работа (СР)	62
Зачет	-

## 3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О-3	О-3	О-3	
3 семестр					
1	Введение в системы управления химико-технологи ческим и процессами	0,5	-	14	Реферат; Опрос
2	Основные понятия управления химико-технологи ческим и процессами	1	2	12	Реферат; Опрос
3	Основы теории автоматического управления	1	2	12	Реферат; Опрос
4	Системы автоматического управления	0,5	-	12	Реферат; Опрос

5	Измерение технологических параметров химико-технологического процесса	1	2	12	Реферат; Опрос
---	---	---	---	----	----------------

### **Тема 1. Введение в системы управления химико-технологическим и процессами (ПК-12)**

#### **Лекция.**

Значение автоматического управления для развития химической промышленности на современном этапе. Особенности управления ХТП. Роль управления в обеспечении безопасности химического производства и охраны окружающей среды

#### **Практическое занятие.**

не предусмотрено

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Краткий очерк истории развития систем автоматического управления. Технико-экономический эффект управления

### **Тема 2. Основные понятия управления химико-технологическим и процессами (ПК-12)**

#### **Лекция.**

Основные термины и определения. Назначение систем управления химическим предприятием и химико-технологическим процессом. Принципы управления

#### **Практическое занятие.**

1. Типовые динамические звенья.
2. Свойства преобразования Лапласа.
3. Временные характеристики динамического звена

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Иерархия управления. Классификация систем управления. Структурные схемы САУ. Качество процесса управления

### **Тема 3. Основы теории автоматического управления (ПК-12)**

#### **Лекция.**

Моделирование как метод исследования САУ. Динамические характеристики САУ. Типовые динамические звенья.

#### **Практическое занятие.**

1. Передаточная функция динамического звена.
2. Соединения (комбинации) звеньев.
3. Частотные характеристики динамического звена

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Устойчивость линейных САУ. Критерии устойчивости (Раусса-Гурвица, Михайлова, Найквиста)

### **Тема 4. Системы автоматического управления (ПК-12)**

#### **Лекция.**

Объекты управления и их основные свойства. Основные законы регулирования

#### **Практическое занятие.**

не предусмотрено

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Устойчивость линейных АСУ. Алгебраические и частотные критерии устойчивости

### **Тема 5. Измерение технологических параметров химико-технологического процесса (ПК-12)**

#### **Лекция.**

Измерительные преобразователи. Измерение электрических величин. Измерение давления. Измерение температуры. Измерение расхода. Измерение уровня жидкости и сыпучих тел. Измерение состава и физико-химических свойств веществ. Измерение концентрации расходов

### **Практическое занятие.**

1. Технические средства АСУ.
2. Средства измерений.
3. Исполнительные устройства

### **Задания для самостоятельной работы.**

Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации. Основные термины и определения метрологии.

## **4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства**

### **4.1. Распределение баллов:**

Балльно-рейтинговые мероприятия не предусмотрены

### **4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля**

## **Опрос**

Тема 1. Введение в системы управления химико-технологическим и процессами

Физико-химические основы гидроочистки

Физико-химические основы стабилизации

Физико-химические основы очистки циркулирующего водородсодержащего газа от сероводорода

Основные факторы процесса

Описание технологического процесса

Тема 2. Основные понятия управления химико-технологическим и процессами

Автоматизированный контроль технологических параметров. Электрические термометры сопротивления.

Принцип действия жидкостных манометров.

Приборы с трубчатыми пружинами.

Измерение количества твердого вещества, жидкостей и газов.

Измерение расхода вещества

Тема 3. Основы теории автоматического управления

Получение передаточной функции в пространстве состояний

Линеаризация систем и звеньев

Управляемость, наблюдаемость САУ

Устойчивость линейных систем

Критерии устойчивости

Тема 4. Системы автоматического управления

История развития, основные понятия и классификация автоматических систем управления.

Основные виды алгоритмов функционирования.

Требования, предъявляемые к динамическим свойствам систем автоматического регулирования.

## Показатели переходного процесса

Тема 5. Измерение технологических параметров химико-технологического процесса  
Особенности определения температуры манометрическими термометрами, пирометрами  
спектрального отношения и полного излучения.

Классификация средств для измерения давления.

Приборы, измеряющие количество и расход вещества.

Принцип действия уровнемеров.

## Реферат

Тема 1. Введение в системы управления химико-технологическим и процессами

Расчет фондов рабочего времени

Установление производственной программы

Определение продолжительности электролитического осаждения металла

Определение количества и производительности основных ванн

Расчёт автоматической линии

Расчет габаритов барабанов и размеров ванн линии цинкования

Расчет размеров ванн линии хромирования

Расчет количества автооператоров линий

Тема 2. Основные понятия управления химико-технологическим и процессами

пуск и останов химического производства;

контроль технологических параметров;

прогнозирование ведения технологического процесса;

заданных (оптимальных) технологических режимов;

качество производимой продукции;

повышение производительности технологического оборудования и увеличение объема производимой продукции

Тема 3. Основы теории автоматического управления

Функциональные схемы

Принципы управления САУ

Классификация САУ

Интеллектуальные САУ

Математические модели линейных САУ

Виды воздействий. Переходная, весовая, передаточная функции

Тема 4. Системы автоматического управления

Информационные технологии автоматизированного проектирования.

Методология планирования материальных ресурсов предприятия MRP (Material Requirements Planning)

Методология планирования производственных ресурсов (мощностей) CRP (Capacity requirements Planning)

Концепция управления производственными ресурсами – CSPP (Customer Synchronized Resource Planning)

Концепция логистических цепочек Supply Chain



## Тема 5. Измерение технологических параметров химико-технологического процесса

- 1 Государственная система стандартизации и сертификации средств измерения
- 2 Измерение неэлектрических величин
- 3 Цифровые осциллографы
- 4 Функциональные генераторы
- 5 Автоматизированные комплексы испытаний и аттестации измерительных приборов
- 6 Информационно-измерительные системы
- 7 Интерфейсы измерительных систем
- 8 Структуры и алгоритмы функционирования измерительных систем
- 9 Когнитивные измерительные системы
- 10 Телеизмерительные измерительные системы
- 11 Измерительно-вычислительные системы
- 12 Принципы коррекции погрешностей измерительных приборов
- 13 Адаптивные измерительные системы
- 14 Компьютерные измерительные системы
- 15 Виртуальные приборы

### 4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

#### Типовые вопросы зачета (ПК-12)

1. Основные понятия управления технологическими процессами
2. Автоматические системы регулирования. Структурная схема автоматической системы регулирования.
3. Автоматические системы регулирования. Классификация АСР
4. Математическое описание АСР. Статистическая характеристика. Способы представления статистической характеристики
5. Математическое описание АСР. Динамическая характеристика. Способы представления динамической характеристики.
6. Линеаризация нелинейных уравнений при описании АСР. Свойства линейных систем.
7. Соединения элементов АСР.
8. Описание динамики элементов АСР в виде импульсно-переходной (весовой) функции и переходной функции (временной характеристики).
9. Усилительное звено.
10. Интегрирующее звено.

#### Типовые задания для зачета (ПК-12)

1. Объекты регулирования и их свойства.
2. Автоматические регуляторы, классификации.
3. Пропорциональный закон регулирования.
4. Интегральный закон регулирования.
5. Пропорционально-интегральный закон регулирования.
6. Пропорционально-интегрально-дифференциальный закон регулирования.
7. Разновидности АСУ
8. Схемы автоматизации типовых процессов химической технологии

### 4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
--------	-------------	--

«зачтено»	ПК-12	Демонстрирует знание на высоком уровне формулировки и решения основных технических задач при разработке технологических процессов. Умеет выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду. В полном объеме владеет навыками решения технологических задач при разработке химико-технологических схем
«не зачтено»	ПК-12	Не знает основное новое оборудование, функционал и условия его эксплуатации. Не умеет наладивать, технически осматривать, производить текущий ремонт, проверку технического состояния оборудования и программных средств. Не владеет в полном объеме навыками ремонта оборудования и оценки состояния программных средств

## 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

### 5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

### 5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

### 5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

#### 5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература:

1. Гаврилов А. Н., Пятаков Ю. В. Системы управления химико-технологическими процессами : учебное пособие. - Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2014. - 220 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=255898>

## 6.2 Дополнительная литература:

1. Федоров А. Ф., Кузьменко Е. А. Системы управления химико-технологическими процессами : учебное пособие. - 2-е изд.. - Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2015. - 224 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442092>

2. Ким Д. П., Дмитриева Н. Д. Сборник задач по теории автоматического управления. Линейные системы : учебное пособие. - Москва: Физматлит, 2007. - 168 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69282>

## 6.3 Иные источники:

1. Интернет-энциклопедии - <http://www.rubicon.com/>

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

7-Zip 9.20

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>

2. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>

3. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>

## Электронная информационно-образовательная среда

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz)

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.