

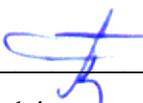
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 14 » апреля 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Системный анализ и управление химическими производствами  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 288 (8)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 27.03.03 Системный анализ и управление  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Информационные технологии и управление в  
нефтегазопереработке и химической промышленности  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование системы знаний, умений и владений, необходимых для решения задач анализа и синтеза промышленных систем автоматического управления, характерных для химической отрасли промышленности России.

Задачи учебной дисциплины

- изучение методологических основ функционирования и моделирования автоматизированных и автоматических систем управления в химической технологии; основных методов анализа систем автоматического управления (САУ) во временной и частотной областях; методов синтеза САУ; типовых пакетов прикладных программ анализа динамических систем;
- формирование умения осуществлять декомпозицию задач управления объектами химической технологии, реализуемых в иерархических автоматизированных и автоматических системах, проводить анализ систем автоматического управления, идентифицировать моделями статические и динамические характеристики САУ, анализировать ее устойчивость и рассчитывать основные показатели качества функционирования; осуществлять синтез и оптимизацию регуляторов;
- формирование навыков работы с программными системами математического и имитационного моделирования объектов и систем управления; применения методов теории управления и теории систем при исследовании и проектировании систем автоматизации и управления промышленными объектами, навыков представления результатов системного анализа и экспериментальных исследований методами математического моделирования САУ.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

математический аппарат теории автоматического управления и теории систем;  
методы анализа типовых свойств процессов и систем управления;  
методы синтеза промышленных типовых классических систем управления;  
среды визуального имитационного и событийно-управляемого моделирования.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.2	ИД-1ПК-2.2	Знает основные правила оформления и содержание технических заданий на создание АСУП	Знает стандарты оформления технических заданий;	Собеседование

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	Умеет выполнять анализ технологических процессов и оборудования как объектов автоматизации и управления; разрабатывать методики обследования химико-технологических процессов как объектов оптимизации управления при создании СУУТП; разрабатывать методики обследования химико-технологических процессов как объектов оптимизации управления при создании СУУТП;	Умеет декомпозировать функции на подфункции	Курсовая работа
ПК-2.2	ИД-3ПК-2.2	Владеет навыками построения систем автоматического управления системами и процессами.	Владеет навыками описания объекта, автоматизируемого системой; описания общих требований к системе; выделения подсистем системы; распределения общих требований по подсистемам; разработки и описания порядка работ по созданию и сдаче системы; представления и защиты технического задания на систему	Курсовая работа
ПК-2.4	ИД-1ПК-2.4	Знает -методы анализа автоматизированных технических и программных систем; -способы анализа технической эффективности автоматизированных систем; -основные информационные технологии, применяемые для решения стандартных задач автоматизации;	Знает правила выполнения текстовых и графических документов, входящих в состав проектной документации; типовые формы отчета о предпроектном обследовании объекта автоматизации; методики и процедуры системы менеджмента качества; правила автоматизированной системы управления организацией; программу для написания и модификации документов, проведения расчетов; систему	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			автоматизированного проектирования	
ПК-2.4	ИД-2ПК-2.4	<p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать для данного технологического процесса функциональную схему автоматизации;</li> <li>- использовать информационные технологии для поиска решения стандартных задач по автоматизации технологических процессов;</li> <li>-разрабатывать алгоритмы функционирования виртуальных средств измерения технологических параметров и анализаторов качества продукции и их адаптации в условиях действующего производства;</li> <li>-разрабатывать контроллеры и симуляторы СУУТП;</li> </ul> <p>умеет интегрировать СУУТП и РСУ, создавать интерфейсы операторов;</p>	<p>Умеет применять методики и процедуры системы менеджмента качества, правила автоматизированной системы управления организацией, требования частного технического задания на проведение предпроектного обследования объекта автоматизации к составу и содержанию отчета о проведенном обследовании с целью определения полноты данных для его составления; осуществлять сбор, обработку и анализ справочной и реферативной информации об объекте автоматизации, в том числе с использованием информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»;</p> <p>выполнять расчеты для составления отчета о предпроектном обследовании объекта автоматизации</p>	Курсовая работа
ПК-2.4	ИД-3ПК-2.4	<p>Владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками наладки, настройки, регулировки, обслуживанию технических средств и систем управления;</li> <li>-навыками обработки результатов обследования химико-технологических процессов как объектов оптимизации управления при создании СУУТП;</li> </ul>	<p>Владеет навыками изучения технической документации на объект автоматизации; изучения данных по результатам предпроектного обследования объекта автоматизации; составления отчета о выполненном обследовании объекта автоматизации</p>	Зачет
ПК-2.6	ИД-1ПК-2.6	<p>Знает основные схемы автоматизации типовых технологических объектов отрасли; структуры и функции</p>	<p>Знает методы и приемы формализации задач; методики технико-экономического обоснования и расчета</p>	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		<p>автоматизированных систем управления; методы анализа технологических процессов и оборудования для их реализации, как объектов автоматизации и управления; управляемые выходные переменные, управляющие и регулирующие воздействия, статические и динамические свойства технологических объектов управления; методологию обследования химико-технологических процессов как объектов создания и эксплуатации систем оптимизации управления, создания и эксплуатации систем в отраслях промышленности; особенности химико-технологических процессов и производств как объектов оптимизации и управления;</p>	<p>экономического эффекта от использования оригинальных компонентов АСУП; прикладные компьютерные программы для вычислений: наименования, возможности и порядок работы в них; законодательство Российской Федерации, регламенты и стандарты в предметной области компонентов АСУП; порядок разработки, согласования и принятия АСУП; порядок разработки, оформления, утверждения и внедрения технических документов; требования к техническому обеспечению компонентов АСУП; требования к математическому обеспечению компонентов АСУП; требования к программному обеспечению компонентов АСУП; требования к лингвистическому обеспечению компонентов АСУП; требования к эргономическому обеспечению компонентов АСУП; прикладные программы управления проектами: наименования, возможности и порядок работы в них; правила приемки и сдачи выполненных работ; порядок организации документооборота в организации; трудовое законодательство Российской Федерации в области оплаты труда, режима труда и отдыха; требования охраны труда, пожарной, промышленной,</p>	

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			экологической безопасности и электробезопасности.	
ПК-2.6	ИД-2ПК-2.6	<p>Умеет: выполнять аналитический обзор источников; работать с информацией в глобальных компьютерных сетях; обобщать научно-техническую информацию в области автоматизации технологических процессов и производств; рассчитывать одноконтурные и многоконтурные системы автоматического регулирования применительно к конкретному технологическому объекту; разрабатывать алгоритмы централизованного контроля координат технологического объекта; рассчитывать одноконтурные и многоконтурные системы автоматического регулирования применительно к конкретному технологическому объекту; применять современное программное обеспечение для анализа и синтеза систем автоматического управления; применять современное программное обеспечение для исследования математических моделей объектов управления;</p>	<p>Умеет использовать прикладные компьютерные программы для расчета технико-экономического обоснования эффективности внедрения и бюджета затрат на разработку и внедрение оригинальных компонентов АСУП; использовать текстовые редакторы (процессоры) для оформления заданий на проектирование и разработки программы приемо-сдаточных испытаний оригинальных компонентов АСУП; определять требования к исполнителям и их количество для внедрения оригинальных компонентов АСУП; использовать прикладные программы управления проектами для разработки плана внедрения оригинальных компонентов АСУП; определять методы и средства для проверки оригинальных компонентов АСУП; использовать данные регламентного и управленческого учета для расчетов экономической эффективности внедрения оригинальных компонентов АСУП.</p>	Экзамен
ПК-2.6	ИД-3ПК-2.6	<p>Владеет: - навыками анализа химико-технологических</p>	<p>Владеет навыками определения целей и задач при проектировании</p>	Курсовая работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		<p>процессов, как объекта управления и выбора функциональных схем их автоматизации;</p> <p>- навыками разработки алгоритмов и фрагментов прикладного программного обеспечения для решения задач анализа и синтеза систем управления;</p>	<p>оригинальных компонентов АСУП; разработки технико-экономического обоснования эффективности оригинальных компонентов АСУП; разработки заданий на проектирование технического обеспечения компонентов АСУП; разработки заданий на проектирование математического обеспечения компонентов АСУП; разработки заданий на проектирование программного обеспечения компонентов АСУП; разработки заданий на проектирование лингвистического обеспечения компонентов АСУП; разработки заданий на проектирование эргономического обеспечения компонентов АСУП; разработки плана мероприятий по внедрению оригинальных компонентов АСУП; разработки программы приемосдаточных испытаний оригинальных компонентов АСУП; расчета бюджета затрат на разработку и внедрение оригинальных компонентов АСУП.</p>	

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	8
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	104	54	50
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	38	18	20
- лабораторные работы (ЛР)	38	18	20
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	20	14	6
- контроль самостоятельной работы (КСР)	8	4	4
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	148	54	94
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет	9		9
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18		18
Общая трудоемкость дисциплины	288	144	144

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
7-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Управление современным промышленным производством. Основные этапы и задачи автоматизации технологических процессов	4	0	0	10
<p>Тема 1. Системные характеристики производственного предприятия и производственного процесса.  Понятия: технологическая операция, технологический процесс, производственный процесс. Классификация процессов. Структура системы управления предприятием. Вертикальная и горизонтальная декомпозиции систем автоматизации. Иерархия задач управления.</p> <p>Тема 2. Интегрированные системы автоматизации и управления технологическими процессами, производствами и предприятиями, этапы разработки и внедрения.  Состав и содержание работ по созданию систем автоматизации. Периоды и стадии создания систем автоматизации. Содержание научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Жизненный цикл автоматизированного технологического комплекса.</p> <p>Тема 3. Системный анализ технологического процесса как объекта управления. Характеристики и модели оборудования.  Задача управления ХТП. Основные группы переменных, определяющие поведение объекта управления. Аддитивные и мультипликативные возмущения. Линейные модели объекта управления.</p> <p>Тема 4. Особенности математических моделей технологических объектов управления.  Влияние реальных условий функционирования технологических процессов на методы и способы получения математического описания объектов управления. Характерные свойства динамических моделей реальных объектов управления. Методы аппроксимации.</p>				
Автоматизация химико-технологических процессов на базе локальных средств, выбор, разработка и внедрение локальных автоматических систем.	4	8	14	22
<p>Тема 5. Основные типовые алгоритмы регулирования, реализуемые промышленными контроллерами.  Основные структурные схемы аналоговых автоматических регуляторов. Понятия области нормальных и линейных режимов работы регуляторов.</p> <p>Тема 6. Методы настройки локальных АСР.  Классификация инженерных методов настройки</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>базовых систем управления. Разомкнутые и замкнутые алгоритмы настройки. Примеры инженерных методов настройки. Алгоритмы и методы автоматизированной настройки автоматических систем регулирования технологических процессов.</p> <p>Тема 7. Расчет настроек позиционных систем регулирования.</p> <p>Области применения и постановка задачи расчета позиционных систем регулирования.</p> <p>Совершенствование алгоритмов работы позиционных систем. Методика Клюева расчета настроек позиционных систем регулирования объектов с самовыравниванием и без самовыравнивания. Влияние запаздывания на процессы в системах позиционного регулирования.</p> <p>Тема 8. Схемные методы улучшения качества регулирования технологических объектов управления.</p> <p>Методы расчета многоконтурных систем автоматического регулирования.</p>				
Регулирование основных технологических параметров ХТП.	0	6	0	8
<p>Тема 9</p> <p>Принципиальные особенности систем стабилизации расхода. Основные способы изменения расхода. Стабилизация соотношения расходов.</p> <p>Тема 10</p> <p>Основные способы стабилизации уровня в технологических установках. Стабилизация уровня в аппаратах с кипящим слоем зернистого материала.</p> <p>Тема 11</p> <p>Особенности систем стабилизации давления и температуры. Основные способы стабилизации давления и температуры.</p> <p>Тема 12</p> <p>Основные схемы регулирования рН. Способы регулирования параметров состава и качества с применением виртуальных анализаторов.</p>				
Автоматизированные системы управления технологическими процессами, их функции и структуры.	10	4	0	14
<p>Тема 13. Обоснование и разработка функций системы управления, информационного, математического и программного обеспечения.</p> <p>Типовые задачи АСУ ТП. Система обеспечения безопасности. Функции АСУ ТП. Обеспечения АСУ ТП. Компьютерная система автоматизации производства.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Тема 14. Структуры АСУ ТП. Централизованные АСУ ТП. Децентрализованные АСУ ТП: концепции построения современных децентрализованных АСУ; основные функции SCADA; общие требования к системам ПАЗ. Тема 15. Автоматизация управления на базе программно-технических комплексов. Микропроцессорные программно-технические комплексы децентрализованных АСУ ТП. Технология автоматизации, основанная на применении полевой шины.				
ИТОГО по 7-му семестру	18	18	14	54
8-й семестр				
Общая характеристика ХТС как объекта исследования при анализе функционирования АСУП.	5	0	0	5
Общая характеристика ХТС как объекта исследования. Основные понятия, термины, определения. Классификация ХТС по особенностям технологической топологии. Классификация ХТС по способу функционирования. Понятия малоотходных и ресурсосберегающих ХТС. Виды критериев эффективности ХТС. Основные свойства ХТС. Обзор типовых задач системотехники химических производств и основных подходов к их решению, иерархичность ХТС и задач управления. Анализ ХТС. Синтез оптимальной структуры ХТС. Управление ХТС. Моделирование элементов ХТС. Моделирование структуры ХТС. Расчет ХТС. Оценка свойств ХТС. Оптимизация ХТС. Уровни иерархии ХТС. Структура задач автоматизированного управления ХТС.				
Задачи и методы оптимизации.	5	0	0	5
Математические модели, критерии оптимальности, ограничения, модель оптимизации. Классификация аналитических методов и методов математического программирования. Аналитические методы безусловной и условной оптимизации. Линейное и целочисленное программирование. Нелинейное программирование. Принцип максимума Л.С. Понtryгина в задачах оптимизации химико-технологических процессов. Дискретное динамическое программирование. Задачи многоцелевой оптимизации. Методы декомпозиции общей задачи оптимизации в иерархической системе управления сложной химико-технологической системой. Проблемы «нечеткой оптимизации».				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Введение в системы усовершенствованного управления технологическим процессом (СУУТП) Обзор принципов многомерного управления. Основные особенности и возможности усовершенствованного управления. Назначение системы улучшенного управления, принципы ее работы, механизм и порядок использования. Этапы внедрения СУУТП.	1	0	0	1
Основы виртуального анализа в СУУТП	3	7	0	17
Определение и назначение виртуальных анализаторов, их функции в СУУТП. Классификация типов виртуальных анализаторов. Принципы построения. Оценка точности показаний виртуальных анализаторов. Обслуживание виртуальных анализаторов. Методика создания виртуальных анализаторов.				
Программно-алгоритмические комплексы СУУТП	5	13	0	21
Операторский и инженерный интерфейсы СУУТП. Технологии многомерного управления на основе прогнозирующей модели СУУТП. Методика создания контроллеров СУУТП. Создание симуляторов СУУТП. Настройка СУУТП. Способы интеграции СУУТП и РСУ. Интерфейс оператора СУУТП.				
Практические примеры внедрения СУУТП на промышленных предприятиях.	1	0	6	45
Описание технологии производства и базового регулирования технологических объектов. Постановка задач управления и оптимизации на технологических объектах. Реализация виртуального анализа на технологических объектах. Описание структуры СУУТП. Достигнутые эффекты от внедрения СУУТП. Технологический объект - установка гидроочистки дизельного топлива.				
ИТОГО по 8-му семестру	20	20	6	94
ИТОГО по дисциплине	38	38	20	148

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Методика решения задач оптимизации теплообменника типа «смешение-вытеснение» и прямоточного теплообменника типа «вытеснение-вытеснение» по критерию «обобщенная стоимость» единицы поверхности теплообмена и единицы массы теплоносителя»
2	Методика решения задач оптимизации экзотермических равновесных химических реакций, осуществляемых в трубчатых и многозонных реакторах.

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы практического (семинарского) занятия</b>
3	Методика решения задач оптимизации параллельных химических реакций, осуществляемых в реакторах идеального смешения, идеального вытеснения и в каскаде реакторов идеального смешения с учетом селективности реакций.
4	Методика решения задач оптимизации периодических процессов методом геометрического программирования.
5	Формулировка задач условной оптимизации технологических процессов с ограничениями в форме равенств на управление. Методика решения задач методом неопределенных множителей Лагранжа.
6	Методика применения принципа оптимальности Беллмана для оптимизации многостадийных процессов
7	Метод «штрафов» в задачах условной оптимизации технологических процессов с ограничениями на управления в форме равенств и неравенств.
8	Методики явной и неявной декомпозиции задачи оптимального управления СХТС
9	Создание виртуальных анализаторов показателей качества продуктов установок.
10	Создание контроллеров СУУТП.
11	Создание симуляторов СУУТП.
12	Настройка симулятора СУУТП.
13	Интеграции СУУТП и РСУ.

#### Тематика примерных лабораторных работ

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы лабораторной работы</b>
1	Исследование автоматической системы стабилизации температуры, реализованной техническими средствами системы «Каскад» и «Каскад -2».
2	Исследование автоматической системы стабилизации температуры, реализованной техническими средствами фирмы ОВЕН.
3	Исследование автоматической системы стабилизации давления, реализованной техническими средствами фирмы ЭЛЕМЕР.
4	Определение коэффициента теплопередачи математической модели статического режима работы противоточного трубчатого теплообменника методами нелинейного программирования.
5	Решение задач оптимизации математических моделей химических процессов с применением пакета компьютерной математики методами нелинейного программирования.
6	Поиск экстремума целевой функции при ограничениях в форме равенств и неравенств с применением метода «штрафов».
7	Решение задачи оптимизации распределения давления по ступеням сжатия многоступенчатого реактора с применением метода динамического программирования с применением пакета компьютерной математики.
8	Создание виртуальных анализаторов показателей качества продуктов на примере установки гидроочистки дизельных топлив ЛЧ-24-7.
9	Создание контроллеров СУУТП на примере установки гидроочистки дизельных топлив ЛЧ-24-.
10	Создание симуляторов СУУТП на примере установки гидроочистки дизельных топлив ЛЧ-24-7.

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
11	Настройка симулятора СУУТП на примере установки гидроочистки дизельных топлив ЛЧ-24-7.
12	Интеграции СУУТП и РСУ на примере установки гидроочистки дизельных топлив ЛЧ-24-7.

### Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Алгоритмическая поддержка переключения режимов работы массообменного аппарата при изменении цели управления, на примере ректификационной колонны К-2 установки ГФУ-2.
2	Разработка алгоритмов оптимального управления ректификационной колонной К-1 установки АВТ-1.
3	Проектирование алгоритмов автоматического пуска/останова и вывода на режим технологической печи установки АВТ-1.
4	Анализ и синтез системы управления стабилизации температуры в трубчатой печи пиролиза.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

## 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Антонов А.В. Системный анализ : учебник для вузов. 2-е изд., стер. М. : Высш. шк., 2006. 453 с.	20
2	Беспалов А. В., Харитонов Н. И. Системы управления химико-технологическими процессами : учебник для вузов. М : Академкнига, 2007. 690 с.	10
3	Бояринов А.И., Кафаров В.В. Методы оптимизации в химической технологии : учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Химия, 1975. 575 с.	13
4	Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов : учебное пособие для вузов. М. : Академкнига, 2006. 415 с.	12
5	Гольдштейн А. Л. Теория принятия решений. Задачи и методы исследования операций и принятия решений : учебное пособие для вузов. 2-е изд., испр. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2009. 360 с.	108
6	Гумеров А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие. 2-е изд., перераб. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2014. 176 с. 9,24 усл. печ. л.	11
7	Денисенко В. В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. Москва : Горячая линия-Телеком, 2009. 606 с.	6
8	Есипов Б. А. Методы исследования операций : учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2013. 299 с. 15,96 усл. печ. л.	18
9	Кафаров В. В., Макаров В. В. Гибкие автоматизированные производственные системы в химической промышленности : учебник для вузов. Москва : Химия, 1990. 319 с.	14
10	Краснов А. Е., Злобин Л. А., Злобин Д. Л. Цифровые системы управления в пищевой промышленности : учебное пособие для вузов. Москва : Высш. шк., 2007. 671 с. 41,16 усл. печ. л.	8
11	Месарович М., Такахара Я. Общая теория систем: математические основы : пер. с англ. Москва : Мир, 1978. 311 с. 19,5 усл. печ. л.	7

12	Методы классической и современной теории автоматического управления. Теория оптимизации систем автоматического управления / Пупков К. А., Егупов Н. Д., Баркин А. И., Тимин В. Н. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. 741 с.	16
13	Панов В. А. Математические основы теории систем. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Пермь : ПНИПУ, 2011. 147 с. 9,5 усл. печ. л.	38
14	Певзнер Л.Д., Чураков Е.П. Математические основы теории систем : учебное пособие для вузов. М. : Высш. шк., 2009. 503 с.	3
15	Ротач В. Я. Теория автоматического управления : учебник для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. Москва : Издат. дом МЭИ, 2008. 394 с. 32,0 усл. печ. л.	15
16	Самойлов Н. А. Примеры и задачи по курсу Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие. 3-е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2013. 168 с. 9,24 усл. печ. л.	5
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Автоматическое управление в химической промышленности : учебник для вузов / Дудников Е. Г., Казаков А. В., Софиева Ю. Н., Цирлин А. М., Софиев А. Э. Москва : Химия, 1987. 368 с.	77
2	Балакирев В. С., Володин В. М., Цирлин А. М. Оптимальное управление процессами химической технологии (экстремальные задачи в АСУ). М. : Химия, 1978. 383 с.	7
3	Бояринов А.И., Кафаров В.В. Методы оптимизации в химической технологии : учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Химия, 1975. 575 с.	13
4	Вальков В. М., Вершин В. Е. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. 3-е изд., перераб. и доп. Ленинград : Политехника, 1991. 269 с.	16
5	Волкова В. Н., Денисов А. А. Теория систем и системный анализ : учебник для вузов. Москва : Юрайт, 2010. 679 с.	9
6	Гилл Ф., Мюррей У., Райт М. Практическая оптимизация : пер. с англ. Москва : Мир, 1985. 509 с.	26
7	Иванов В. А., Медведев В. С. Математические основы теории оптимального и логического управления : учебное пособие для вузов. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. 599 с. 37,5 усл. печ. л.	5
8	Кафаров В. В., Ветохин В. Н. Основы автоматизированного проектирования химических производств. Москва : Наука, 1987. 623 с. 39 усл. печ. л.	16
9	Кафаров В. В., Мешалкин В. П. Анализ и синтез химико-технологических систем : учебник для вузов. Москва : Химия, 1991. 432 с.	15
10	Кафаров В. В., Мешалкин В. П., Петров В. Л. Математические основы автоматизированного проектирования химических производств : методология проектирования и теория разработки оптимальных технологических схем учебное пособие для вузов. Москва : Химия, 1979. 318 с.	4
11	Кафаров В. В., Перов В. Л., Мешалкин В. П. Принципы математического моделирования химико-технологических систем : введение в системотехнику химических производств учебное пособие для вузов. Москва : Химия, 1974. 344 с.	10

12	Олссон Г., Пиани Д. Цифровые системы автоматизации и управления. 3-е изд., перераб. и доп. Санкт-Петербург : Невский Диалект, 2001. 556 с.	2
13	Певзнер Л. Д. Теория систем управления : учебное пособие для вузов. 2-е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2018. 420 с. 34,45 усл. печ. л.	4
14	Филлипс Ч, Харбор Р Системы управления с обратной связью : пер. с англ. Москва : Лаборатория Базовых Знаний, 2001. 615 с.	23
15	Химико-технологические системы. Синтез, оптимизация и управление / Бальцер Д., Вайсс В., Викторов В. К., Грауер М. Ленинград : Химия, 1986. 423 с.	5
16	Шувалов В. В., Огаджанов Г. А., Голубятников В. А. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности : учебник. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Альянс, 2021. 479 с.	16
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Автоматизация в промышленности : научно-технический и производственный журнал. Москва : ИнфоАвтоматизация, 2003 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Евсин Е. А., Евсина Е.В. Самостоятельная работа студентов : учебно-методическое пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2004. 57 с.	52

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Панов В. А. Математические основы теории систем. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов / В. А. Панов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3315">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3315</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Гайдук, А.Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB. [Электронный ресурс] / А.Р. Гайдук, В.Е. Беляев, Т.А. Пьявченко. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 464 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/90161">https://e.lanbook.com/book/90161</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Гартман, Т. Н. Моделирование химико-технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики : учебное пособие / Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 404 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/126905">https://e.lanbook.com/book/126905</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Кафаров, В. В. Математическое моделирование основных процессов химических производств : учебное пособие для вузов / В. В. Кафаров, М. Б. Глебов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 403 с.	<a href="https://urait.ru/bcode/516052">https://urait.ru/bcode/516052</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Перерва, О. В. Компьютерное моделирование статических и динамических режимов работы ректификационных установок: практическое руководство для технологов и проектировщиков : руководство / О. В. Перерва, Т. Н. Гартман. — 2-е изд. — Москва : Лаборатория знания	<a href="https://e.lanbook.com/book/221690">https://e.lanbook.com/book/221690</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Дударенко Н. А. Математические основы теории систем: лекционный курс и практикум / Дударенко Н. А., Нуйя О. С., Сержантова М. В., Слита О. В. - : НИУ ИТМО, 2014.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/lan70898">http://elib.pstu.ru/Record/lan70898</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Зубарев Ю. М. Математические основы управления качеством и надежностью изделий / Зубарев Ю. М. - : Лань, 2017.	<a href="https://e.lanbook.com/reader/book/91887/#1">https://e.lanbook.com/reader/book/91887/#1</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

### 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 7 (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022 )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

Вид ПО	Наименование ПО
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	Experion PKS (ХТФ, каф АТП)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	Honeywell Unisim Design
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	SIMIT Simulation v9.1. Trainer Package (ХТФ лиц.доп.сог. CDL5260--)
Среды разработки, тестирования и отладки	Microsoft Visual Studio (подп. Azure Dev Tools for Teaching )

#### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

#### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	Персональные компьютеры	10
Лабораторная работа	Проектор, экран настенный, ноутбук, маркерная доска, компьютеры (10 шт.)	1
Лабораторная работа	Учебные лабораторные стенды 1. Автоматическая система регулирования температуры с применением электронагревателя с тиристорным управлением; 2. Комбинированная система автоматического регулирования температуры»; 3. Автоматическая система регулирования давления, с применением исполнительного механизма постоянной скорости; 4. Автоматическая система регулирования температуры с применением электронагревателя с позиционным управлением.	1
Лекция	Проектор, экран. Маркерная доска, столы, стулья, ноутбук	1

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Практическое занятие	Проектор, экран. Маркерная доска, столы, стулья, ноутбук	1

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»

+

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Системный анализ и управление химическими производствами»

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	27.03.03 «Системный анализ и управление»
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Информационные технологии и управление в нефтегазопереработке и химической промышленности
<b>Квалификация (степень) выпускника:</b>	Бакалавр
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Оборудование и автоматизация химических производств
<b>Форма обучения:</b>	Очная
<b>Курс:</b> 4	<b>Семестр:</b> 7-8
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	<u>8</u> ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	<u>288</u> ч
<b>Вид промежуточного контроля:</b>	
Экзамен: -7 сем. Диф - 8 сем. зачёт:	Курсовая работа: -8 сем.

Пермь 2022 г.

**Фонд оценочных средств** (далее – ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины «Автоматизация технологических процессов и производств». Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

## **1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно рабочей программы дисциплины (РПД) освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров (7, 8 семестры учебного плана) и разбито на 4 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (таблица 1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнении заданий на практических занятиях, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля						
	ТК	ПК	РР	ПЗ	ЛР	КР	диф. зачет/Эк замен
<b>7 семестр</b>							
В результате освоения дисциплины студент							
<b>Знает:</b>							
Знает основные правила оформления и содержание технических заданий на создание АСУП	+						
структуры и функции автоматизированных систем управления;	+		+			+	+
управляемые выходные переменные, управляющие и регулирующие воздействия, статические и динамические свойства технологических объектов управления;	+	+					+
методы анализа и синтеза (расчета) автоматизированных технических и программных систем;	+					+	+
способы анализа технической эффективности автоматизированных систем;	+	+					+
основные схемы автоматизации типовых технологических объектов отрасли;	+					+	+
методы анализа технологических процессов и оборудования для их реализации, как объектов автоматизации и управления;	+					+	+
основные информационные технологии, применяемые для решения стандартных задач автоматизации;			+			+	
<b>Умеет:</b>							

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля						
	ТК	ПК	РР	ПЗ	ЛР	КР	диф. зачет/Эк замен
рассчитывать одноконтурные и многоконтурные системы автоматического регулирования применительно к конкретному технологическому объекту;	+	+	+	+	+	+	+
выполнять анализ технологических процессов и оборудования как объектов автоматизации и управления;		+		+		+	+
применять современное программное обеспечение для исследования математических моделей объектов управления;						+	
применять современное программное обеспечение для анализа и синтеза систем автоматического управления.			+			+	
использовать информационные технологии для поиска решения стандартных задач по автоматизации технологических процессов;						+	
выбирать для данного технологического процесса функциональную схему автоматизации;						+	+
<b>Владеет:</b>							
навыками построения систем автоматического управления системами и процессами;					+		+
навыками анализа технологических процессов, как объекта управления и выбора функциональных схем их автоматизации;				+	+	+	+
навыками разработки алгоритмов и фрагментов прикладного программного обеспечения для решения задач анализа и синтеза систем управления;			+		+	+	+
навыками наладки, настройки, обслуживанию технических средств и систем управления;						+	
<b>8 семестр</b>							
В результате освоения дисциплины студент							
<b>Знает:</b>							
методологию обследования химико-технологических процессов как объектов создания и эксплуатации систем оптимизации управления, создания и эксплуатации систем в отраслях промышленности;	+						+
особенности химико-технологических процессов и производств как объектов оптимизации и управления;							+
<b>Умеет:</b>							
разрабатывать методики обследования химико-технологических процессов как объектов оптимизации управления при создании СУУТП;	+				+		+
разрабатывать алгоритмы функционирования виртуальных средств измерения технологических параметров и анализаторов качества продукции и их адаптации в условиях действующего производства;	+				+		+
-разрабатывать контроллеры и симуляторы СУУТП; умеет интегрировать СУУТП и РСУ, создавать интерфейсы операторов;		+			+		+
<b>Владеет:</b>							
навыками обработки результатов обследования химико-технологических процессов как объектов оптимизации управления при создании СУУТП;					+		+

ТК – текущий контроль в форме контрольной работы (опроса) по темам (оценка знаний по теме);

ПК – промежуточный контроль в форме контрольной работы по модулю (оценка знаний,

умений);

ПЗ – практические занятия (оценка знаний и умений);

РР – расчетная работа (оценка умений и навыков);

ЛР – выполнение лабораторных работ с подготовкой отчёта (оценка умений и навыков).

КП – выполнение курсового проекта (оценка знаний, умений и навыков).

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация по дисциплине в виде диф.зачета, проводимого с учетом результатов текущего и рубежного контроля в 7 семестре и в виде экзамена, проводимого с учетом результатов текущего и рубежного контроля в 8 семестре.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1 Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала проводится по каждой теме в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов. Результаты по 4-х балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2 Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (таблица 1) проводится в форме выполнения и защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после

изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### **2.2.1 Выполнение и защита лабораторных работ**

Всего запланировано 8 лабораторных работ. Темы лабораторных работ приведены в РПД. Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

Результаты защиты лабораторных работ по 4-х балльной шкале оценивания знаний и умений заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2.2 Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланированы пять рубежных контрольных работы после освоения студентами учебных модулей дисциплины.

Некоторые типовые вопросы к контрольным работам приведены ниже.

#### **Модуль 1 – Автоматизация технологических процессов.**

Типовые вопросы к контрольной работе №1.

1. Основные этапы и задачи автоматизации технологических процессов.
2. Системные характеристики производственного предприятия и производственного процесса.
3. Состав и содержание работ по созданию систем автоматизации.
4. Жизненный цикл автоматизированного технологического комплекса.
5. Анализ технологического процесса как объекта управления.
6. Характеристики и модели оборудования.
7. Влияние реальных условий функционирования технологических процессов на методы и способы получения математического описания объектов управления.
8. Характерные свойства динамических моделей реальных объектов управления.

Типовые вопросы к контрольной работе №2.

1. Основные типовые алгоритмы регулирования, реализуемые промышленными контроллерами.
2. Основные структурные схемы аналоговых автоматических регуляторов. Понятия области нормальных и линейных режимов работы регуляторов.
3. Классификация инженерных методов настройки базовых систем управления. Разомкнутые и замкнутые алгоритмы настройки.
4. Алгоритмы и методы автоматизированной настройки автоматических систем регулирования технологических процессов.
5. Расчет настроек позиционных систем регулирования.
6. Схемные методы улучшения качества регулирования технологических объектов управления.
7. Методы расчета многоконтурных систем автоматического регулирования.
8. Регулирование основных технологических параметров (по вариантам).

Типовые вопросы к контрольной работе №3

1. Типовые задачи АСУ ТП.
2. Система обеспечения безопасности.
3. Функции АСУ ТП.
4. Обеспечения АСУ ТП.
5. Компьютерная система автоматизации производства.
6. Централизованные АСУ ТП.
7. Децентрализованные АСУ ТП.
8. Микропроцессорные программно-технические комплексы децентрализованных АСУ ТП.

9. Технология автоматизации, основанная на применении полевой шины.

## **Модуль 2. Оптимизация ХТП и систем**

Всего запланировано две рубежные контрольные работы после освоения студентами учебных модулей (разделов) дисциплины.

### ***Типовые вопросы к контрольной работе № 1.***

1. Общая характеристика ХТС как объекта исследования.
2. Основные понятия, термины, определения.
3. Классификация ХТС по особенностям технологической топологии.
4. Классификация ХТС по способу функционирования.
5. Понятия малоотходных и ресурсосберегающих ХТС.
6. Виды критериев эффективности ХТС.
7. Основные свойства ХТС.
8. Обзор типовых задач системотехники химических производств и основных подходов к их решению, иерархичность ХТС и задач управления.
9. Анализ ХТС.
10. Синтез оптимальной структуры ХТС.
11. Управление ХТС.
12. Моделирование элементов ХТС.
13. Моделирование структуры ХТС.
14. Расчет ХТС.
15. Оценка свойств ХТС.
16. Оптимизация ХТС.
17. Уровни иерархии ХТС.
18. Структура задач автоматизированного управления ХТС.
19. Математические модели, критерии оптимальности, ограничения, модель оптимизации.
20. Классификация аналитических методов и методов математического программирования.
21. Аналитические методы безусловной и условной оптимизации.
22. Линейное и целочисленное программирование.
23. Нелинейное программирование.
24. Принцип максимума Л.С.Понтрягина в задачах оптимизации химико-технологических процессов.
25. Дискретное динамическое программирование.
26. Задачи многоцелевой оптимизации.
27. Методы декомпозиции общей задачи оптимизации в иерархической системе управления сложной химико-технологической системой.

### ***Типовые вопросы к контрольной работе № 2.***

1. Принципы многомерного управления. Основные особенности и возможности усовершенствованного управления. Назначение системы улучшенного управления, принципы ее работы, механизм и порядок использования. Этапы внедрения СУУТП.
2. Определение и назначение виртуальных анализаторов, их функции в СУУТП. Классификация типов виртуальных анализаторов.
3. Принципы построения. Оценка точности показаний виртуальных анализаторов.
4. Обслуживание виртуальных анализаторов.
5. Методика создания виртуальных анализаторов.
6. Операторский и инженерный интерфейсы СУУТП. Технологии многомерного управления на основе прогнозирующей модели СУУТП.

7. Методика создания контроллеров СУУТП. Создание симуляторов СУУТП.
8. Настройка СУУТП.
9. Способы интеграции СУУТП и РСУ.
10. Интерфейс оператора СУУТП.
11. Описание технологии производства и базового регулирования технологических объектов. Постановка задач управления и оптимизации на технологических объектах. Реализация виртуального анализа на технологических объектах. Описание структуры СУУТП. Достигнутые эффекты от внедрения СУУТП. Технологический объект - установка гидроочистки дизельного топлива.

*Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.*

*Результаты рубежных (промежуточных) контрольных работ по 4-х балльной шкале оценивания знаний, умений и владений заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации по дисциплине.*

### **2.3 Курсовая работа**

Целью курсовой работы является закрепление знаний, умений владений, необходимых для решения проблем анализа и синтеза промышленных систем автоматического управления.

Темы курсовой работы приведены в РПД комплекса дисциплин.

Типовые шкала и критерии оценки защиты курсового проекта приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине, согласно РПД, проводится по итогам 7-м семестра в форме дифференциального зачета и аттестации с оценкой по курсовой работе и экзаменом в 8-м семестре.

#### **2.4.1. Экзамен (7 семестр)**

К сдаче зачета по дисциплине допускаются студенты, которые выполнили:

- весь объем самостоятельной работы, предусмотренный РПД;
- успешно защитили лабораторные работы, предусмотренные рабочей программой;
- отчеты по практическим работам;
- аттестованы по результатам *рубежного* контроля, предусмотренного рабочей программой.

Экзамен проводится устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки освоенных умений, для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

#### **2.3.1.1 Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

*Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:*

1. Основные понятия и определения, связанные с управлением производственными процессами: автоматизация, управление производственным процессом, системы управления, технологический объект управления. Классификация систем управления технологическими процессами. Структуры и функции систем управления.
2. Характеристика производственного предприятия и производственного

процесса как объекта управления (основные производственно-хозяйственные функции и элементы производственного процесса, классификация производственных процессов, типовые структуры технологических схем, понятие технологического режима).

3. Производственное предприятие как система управления. Декомпозиция задачи управления предприятием. Уровни иерархии системы управления предприятием. Функции планирования управления.
4. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Типовые задачи АСУ ТП. Функции и виды обеспечения АСУ ТП.
5. Функциональная структура многоуровневой системы управления производством. Понятие СИМ пирамиды. Функциональная схема современной системы управления технологическим процессом.

*Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений и контроля приобретенных владений:*

1. Расчет позиционных систем регулирования. Методика Клюева.
2. АСР с добавочными информационными каналами. Расчет систем со стабилизирующим регулятором.
3. АСР с добавочными информационными каналами. Расчет систем с дифференциатором.
4. АСР с добавочными информационными каналами. Расчет комбинированных систем.
5. Расчет систем несвязного управления многомерными объектами. Понятие комплексного коэффициента связности.

*Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта билетов хранится на выпускающей кафедре.*

#### **2.4.1.2 Шкалы и критерии оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.4.2 Зачет (8 семестр)**

Зачет проводится устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки освоенных умений, для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практическое задание, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Некоторые типовые вопросы и задания для экзамена приведены ниже.

#### **Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

#### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Общая характеристика ХТС как объекта исследования.
2. Основные понятия, термины, определения.
3. Классификация ХТС по особенностям технологической топологии.
4. Классификация ХТС по способу функционирования.
5. Понятия малоотходных и ресурсосберегающих ХТС.
6. Виды критериев эффективности ХТС.
7. Основные свойства ХТС.
8. Обзор типовых задач системотехники химических производств и основных подходов к их решению, иерархичность ХТС и задач управления.
9. Анализ ХТС.
10. Синтез оптимальной структуры ХТС.
11. Управление ХТС.
12. Моделирование элементов ХТС.
13. Моделирование структуры ХТС.
14. Расчет ХТС.
15. Оценка свойств ХТС.
16. Оптимизация ХТС.
17. Уровни иерархии ХТС.
18. Структура задач автоматизированного управления ХТС.
19. Математические модели, критерии оптимальности, ограничения, модель оптимизации.
20. Классификация аналитических методов и методов математического программирования.
21. Аналитические методы безусловной и условной оптимизации.
22. Линейное и целочисленное программирование.
23. Нелинейное программирование.
24. Принцип максимума Л.С.Понтрягина в задачах оптимизации химико-технологических процессов.
25. Дискретное динамическое программирование.
26. Задачи многоцелевой оптимизации.
27. Методы декомпозиции общей задачи оптимизации в иерархической системе управления сложной химико-технологической системой.
28. Принципы многомерного управления. Основные особенности и возможности усовершенствованного управления. Назначение системы улучшенного управления, принципы ее работы, механизм и порядок использования. Этапы внедрения СУУТП.
29. Определение и назначение виртуальных анализаторов, их функции в СУУТП. Классификация типов виртуальных анализаторов.
30. Принципы построения. Оценка точности показаний виртуальных анализаторов.
31. Обслуживание виртуальных анализаторов.
32. Методика создания виртуальных анализаторов.
33. Операторский и инженерный интерфейсы СУУТП. Технологии многомерного управления на основе прогнозирующей модели СУУТП.
34. Методика создания контроллеров СУУТП. Создание симуляторов СУУТП.
35. Настройка СУУТП.
36. Способы интеграции СУУТП и РСУ.
37. Интерфейс оператора СУУТП.
38. Описание технологии производства и базового регулирования технологических объектов. Постановка задач управления и оптимизации на технологических объектах. Реализация виртуального анализа на технологических объектах. Описание структуры СУУТП. Достигнутые эффекты от внедрения СУУТП. Технологический объект - установка гидроочистки дизельного топлива.

## **Типовые вопросы и практические задания для контроля приобретенных умений:**

1. Строить виртуальные анализаторы показателей качества продуктов установок.
2. Строить контроллеры СУУТП.
3. Строить симуляторы СУУТП.
4. Осуществлять настройку симулятора СУУТП.
5. Проводить интеграцию СУУТП и РСУ.

## **Типовые задания для контроля приобретенных владений:**

1. Роль и место СУУТП в информационно-управляющей структуре промышленного предприятия.
2. Структура и функции СУУТП.
3. Типовые задачи оптимизации СУУТП.
4. Принципы многомерного управления.
5. Этапы процесса внедрения СУУТП.
6. Программное обеспечение СУУТП. Основные программные модули СУУТП.
7. Назначение и методика построения виртуальных анализаторов показателей качества продуктов установок.
8. Проблемы эксплуатации виртуальных анализаторов показателей качества продуктов установок и их решение в СУУТП.
9. Принципы и методы декомпозиции задач управления и оптимизации на промышленной установке.
10. Назначение и методика построения контроллеров СУУТП.
11. Назначение и методика построения симуляторов СУУТП.
12. Осуществление настройки симулятора СУУТП.
13. Принципы и методика интеграции СУУТП и РСУ.

*Полный перечень вопросов к контрольным работам и практических заданий хранится на выпускающей кафедре.*

## **Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС **образовательной** программы.

## **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде

интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета и экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.