

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Заболотный Г.И.

Должность: Директор филиала

Дата подписания: 29.05.2026 05:05:43

Уникальный программный ключ:

476db7d4accb36ef8130172be235477473d63457266ce26b7e9e40f733b8b08

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Самарский государственный технический университет»

(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор филиала ФГБОУ ВО
"СамГТУ" в г. Новокуйбышевске

_____ / Г.И. Заболотни

" ____ " _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.1.01.03 «Автоматизация технологических процессов и производств»

**Код и направление подготовки
(специальность)**

15.03.04 Автоматизация технологических
процессов и производств

Направленность (профиль)

Автоматизация технологических процессов и
производств в отраслях топливно-
энергетического комплекса

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год начала подготовки

2026

Институт / факультет

Кафедры филиала ФГБОУ ВО "СамГТУ" в г.
Новокуйбышевске

Выпускающая кафедра

кафедра "Электроэнергетика,
электротехника и автоматизация
технологических процессов" (НФ- ЭЭиАТП)

Кафедра-разработчик

кафедра "Электроэнергетика,
электротехника и автоматизация
технологических процессов" (НФ- ЭЭиАТП)

Объем дисциплины, ч. / з.е.

252 / 7

**Форма контроля (промежуточная
аттестация)**

Зачет, Экзамен

Б1.В.1.01.03 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 730 от 09.08.2021 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Старший преподаватель

(должность, степень, ученое звание)

А.В Антипов

(ФИО)

Заведующий кафедрой

А.А. Складчиков, кандидат
технических наук

(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета
факультета / института (или учебно-
методической комиссии)

Е.Т Демидова, кандидат
юридических наук, доцент

(ФИО, степень, ученое звание)

Руководитель образовательной
программы

А.А. Складчиков, кандидат
технических наук

(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	4
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	5
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	6
4.1 Содержание лекционных занятий	6
4.2 Содержание лабораторных занятий	10
4.3 Содержание практических занятий	10
4.4. Содержание самостоятельной работы	14
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)	15
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения	15
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем	16
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)	16
9. Методические материалы	17
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)	18

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

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 Способен принимать участия в обеспечении надёжного и эффективного функционирования автоматизированных систем управления технологическими процессами	ПК-1.2 Принимает участие в подготовке текстовой и графической частей эскизного и технического проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами	Владеть применением прикладных программных средств в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством; в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
			Знать основные технологии и государственные стандарты оформления технической документации
			Уметь производить оформление текстовых и графических разделов проектной и рабочей документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством; в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ПК-1	Физико-химические основы технологических процессов	Моделирование систем и процессов; Проектирование автоматизированных систем	Адаптивные системы управления технологическими процессами; Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Моделирование систем и процессов; Проектирование автоматизированных систем; Производственная практика: преддипломная практика; Технологические процессы на предприятиях нефтехимической отрасли; Технологические процессы на предприятиях электроэнергетики

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

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	5 семестр часов / часов в электронной форме	6 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	128	64	64
Лекции	64	32	32
Практические занятия	64	32	32
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	88	44	44
подготовка к зачету	6	6	0
подготовка к лекциям	6	6	0
подготовка к практическим занятиям	64	32	32
выполнение курсовых проектов	10	0	10
подготовка к экзамену	2	0	2
Контроль	36	0	36
Итого: час	252	108	144
Итого: з.е.	7	3	4

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам),

с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Построение схем автоматизации технологических процессов	16	0	20	20	56
2	Регулирование основных технологических параметров	16	0	12	24	52
3	Регулирования химических реакторов	8	0	4	24	36
4	Регулирования тепловых процессов	24	0	28	20	72
	Контроль	0	0	0	0	36
	Итого	64	0	64	88	252

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
5 семестр				
1	Построение схем автоматизации технологических процессов	Тема 1.1. Построение схем автоматизации технологических процессов с использованием пневматических ТСА.	Графическое обозначение средств автоматизации, измеряемого технологического параметра, функций выполняемых приборами.	2
2	Построение схем автоматизации технологических процессов	Тема 1.1. Построение схем автоматизации технологических процессов с использованием пневматических ТСА.	Схемы контроля и регулирования основных технологических параметров (одноконтурные, каскадные, соотношения).	2
3	Построение схем автоматизации технологических процессов	Тема 1.2. Построение схем автоматизации технологических процессов с использованием микропроцессорной техники.	Графическое обозначение средств автоматизации, измеряемого технологического параметра, функций выполняемых приборами.	2

4	Построение схем автоматизации технологических процессов	Тема 1.2. Построение схем автоматизации технологических процессов с использованием микропроцессорной техники.	Схемы контроля и регулирования основных технологических параметров (одноконтурные, каскадные, соотношения).	2
5	Построение схем автоматизации технологических процессов	Тема 1.2. Построение схем автоматизации технологических процессов с использованием микропроцессорной техники.	Схемы контроля и регулирования основных технологических параметров (одноконтурные, каскадные, соотношения).	2
6	Построение схем автоматизации технологических процессов	Тема 1.3. Построение схем автоматизации процесса ректификации.	Составление спецификации на используемые ТСА. Развернутый способ построения схем.	2
7	Построение схем автоматизации технологических процессов	Тема 1.3. Построение схем автоматизации процесса ректификации.	Схема автоматизации с использованием микропроцессорной техники и составление спецификации на используемые ТСА. Развернутый способ построения схем.	2
8	Построение схем автоматизации технологических процессов	Тема 1.3. Построение схем автоматизации процесса ректификации.	Схема автоматизации с использованием микропроцессорной техники и составление спецификации на используемые ТСА. Развернутый способ построения схем.	2
9	Регулирование основных технологических параметров	Тема 2.1. Регулирование расхода.	Схемы автоматизации расхода (одноконтурные, соотношения двух расходов, с коррекцией); выбор регуляторов и законов регулирования (П, ПИ, ПИД регуляторы); характеристики измеряемого параметра (вид измерений, диапазон значений измеряемой величины. Передаточная функция объекта регулирования- расход; время запаздывания и постоянная времени для жидких и газообразных сред.	2
10	Регулирование основных технологических параметров	Тема 2.2. Регулирование уровня.	Схемы автоматизации уровня (одноконтурные, , с коррекцией); выбор регуляторов и законов регулирования (П, ПИ,); характеристики измеряемого параметра (вид измерений, диапазон значений измеряемой величины. Передаточная функция объекта регулирования- уровень; время запаздывания и постоянная времени для жидких и газообразных сред.	2

11	Регулирование основных технологических параметров	Тема 2.2. Регулирование уровня.	Схемы автоматизации уровня (одноконтурные, с коррекцией); выбор регуляторов и законов регулирования (П, ПИ,); характеристики измеряемого параметра (вид измерений, диапазон значений измеряемой величины. Передаточная функция объекта регулирования- уровень; время запаздывания и постоянная времени для жидких и газообразных сред.	2
12	Регулирование основных технологических параметров	Тема 2.3. Регулирование температуры.	Схемы автоматизации температуры (одноконтурные, двухконтурные, с коррекцией); выбор регуляторов и законов регулирования (П, ПИ, ПИД регуляторы); характеристики измеряемого параметра (вид измерений, диапазон значений измеряемой величины. Передаточная функция объекта регулирования- температура; время запаздывания и постоянная времени для жидких и газообразных сред. Понижение инерционности (выбор датчиков в малоинерционном исполнении)	2
13	Регулирование основных технологических параметров	Тема 2.4. Регулирование давления.	Схемы автоматизации давления (одноконтурные, с коррекцией); выбор регуляторов и законов регулирования (П, ПИ,); характеристики измеряемого параметра (вид измерений, диапазон значений измеряемой величины. Передаточная функция объекта регулирования- давление; время запаздывания и постоянная времени для жидких и газообразных сред.	2
14	Регулирование основных технологических параметров	Тема 2.4. Регулирование давления.	Схемы автоматизации давления (одноконтурные, с коррекцией); выбор регуляторов и законов регулирования (П, ПИ,); характеристики измеряемого параметра (вид измерений, диапазон значений измеряемой величины. Передаточная функция объекта регулирования- давление; время запаздывания и постоянная времени для жидких и газообразных сред.	2
15	Регулирование основных технологических параметров	Тема 2.5. Регулирование pH, состава, качества.	Схемы автоматизации pH, состава, качества (одноконтурные, с коррекцией); выбор регуляторов и законов регулирования (П, ПИ,); характеристики измеряемого параметра (вид измерений, диапазон значений измеряемой величины.	2
16	Регулирование основных технологических параметров	Тема 2.5. Регулирование pH, состава, качества.	Схемы автоматизации pH, состава, качества (одноконтурные, с коррекцией); выбор регуляторов и законов регулирования (П, ПИ,); характеристики измеряемого параметра (вид измерений, диапазон значений измеряемой величины.	2
Итого за семестр:				32
6 семестр				

17	Регулирования химических реакторов	Тема 3.1. Схемы регулирование реакторов.	Особенности динамики и устойчивость режимов работы химических реакторов. Построение математической модели реактора. Особенности регулирования реакторов с перемешивающим устройством; схемы регулирования (одноконтурные схемы регулирования: по отклонению температуры от заданного значения, по отклонению концентрации реакционной смеси от заданного значения, каскадные).	2
18	Регулирования химических реакторов	Тема 3.1. Схемы регулирование реакторов.	Особенности регулирования реакторов с перемешивающим устройством; схемы регулирования (одноконтурные схемы регулирования: по отклонению температуры от заданного значения, по отклонению концентрации реакционной смеси от заданного значения, каскадные).	2
19	Регулирования химических реакторов	Тема 3.2. Схемы регулирование трубчатых реакторов.	Особенности регулирования трубчатых реакторов. Схемы регулирования.	2
20	Регулирования химических реакторов	Тема 3.2. Схемы регулирование трубчатых реакторов	Контроль температуры по зонам реактора. Контроль давления.	2
21	Регулирования тепловых процессов	Тема 4.1. Регулирования теплообменников смешения .	Особенности регулирования теплообменников смешения. Схемы автоматизации теплообменников смешения (одноконтурные, соотношения двух расходов с коррекцией по температуре второго потока , комбинированные).	2
22	Регулирования тепловых процессов	Тема 4.1. Регулирования теплообменников смешения.	Схемы автоматизации кожухотрубных теплообменников (одноконтурные, соотношения двух расходов с коррекцией по температуре второго потока, комбинированные).	2
23	Регулирования тепловых процессов	Тема 4.2. Регулирования кожухотрубных теплообменников.	Особенности автоматизации кожухотрубных теплообменников.	2
24	Регулирования тепловых процессов	Тема 4.2. Регулирование кожухотрубных теплообменников.	Схемы автоматизации кожухотрубных теплообменников (одноконтурные, соотношения двух расходов с коррекцией по температуре второго потока, комбинированные).	2
25	Регулирования тепловых процессов	Тема 4.3. Регулирование испарителей и конденсаторов.	Особенности регулирования испарителей и конденсаторов (динамические характеристики объекта по отдельным каналам).	2
26	Регулирования тепловых процессов	Тема 4.3. Регулирование испарителей и конденсаторов.	Схемы автоматизации испарителей и конденсаторов (одноконтурные, соотношения расходов, каскадные).	2

27	Регулирования тепловых процессов	Тема 4.4. Регулирование ректификационных колонн.	Особенности регулирования ректификационных колонн.	2
28	Регулирования тепловых процессов	Тема 4.4. Регулирование ректификационных колонн.	Типовые схемы автоматизации колонн	2
29	Регулирования тепловых процессов	Тема 4.5. Регулирование абсорбционных колонн.	Особенности регулирования абсорбционных установок.	2
30	Регулирования тепловых процессов	Тема 4.5. Регулирование абсорбционных колонн.	Типовые схемы автоматизации абсорбционных установок.	2
31	Регулирования тепловых процессов	Тема 4.7. Регулирование выпарных колонн.	Особенности регулирования выпарных установок.	2
32	Регулирования тепловых процессов	Тема 4.7. Регулирование выпарных колонн.	Типовые схемы автоматизации выпарных установок.	2
Итого за семестр:				32
Итого:				64

4.2 Содержание лабораторных занятий

Учебные занятия не реализуются.

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема практического занятия	Содержание практического занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
5 семестр				
1	Построение схем автоматизации технологических процессов	Построение одноконтурных схем	Построение одноконтурных схем регулирования температуры, давления, уровня, расхода с применением пневматических ТСА. Построение каскадных систем регулирования.	2
2	Построение схем автоматизации технологических процессов	Построение одноконтурных схем	Построение одноконтурных схем регулирования температуры, давления, уровня, расхода с применением пневматических ТСА. Построение каскадных систем регулирования.	2
3	Построение схем автоматизации технологических процессов	Разработка схема автоматизации процесса АВТ	Разработка схема автоматизации процесса АВТ с использованием пневматических ТСА. Составление спецификации на выбранные ТСА.	2

4	Построение схем автоматизации технологических процессов	Разработка схема автоматизации процесса АВТ	Разработка схема автоматизации процесса АВТ с использованием пневматических ТСА. Составление спецификации на выбранные ТСА.	2
5	Построение схем автоматизации технологических процессов	Построение одноконтурных схем регулирования температуры, давления, уровня, расхода с применением микропроцессорной техники.	Построение одноконтурных схем регулирования температуры, давления, уровня, расхода с применением микропроцессорной техники. Построение каскадных систем регулирования.	2
6	Построение схем автоматизации технологических процессов	Построение одноконтурных схем регулирования температуры, давления, уровня, расхода с применением микропроцессорной техники.	Построение одноконтурных схем регулирования температуры, давления, уровня, расхода с применением микропроцессорной техники. Построение каскадных систем регулирования.	2
7	Построение схем автоматизации технологических процессов	Разработка схемы автоматизации процесса АВТ с использованием микропроцессорной техники. Составление спецификации на выбранные ТСА.	Разработка схемы автоматизации процесса АВТ с использованием микропроцессорной техники. Составление спецификации на выбранные ТСА.	2
8	Построение схем автоматизации технологических процессов	Разработка схемы автоматизации процесса АВТ с использованием микропроцессорной техники. Составление спецификации на выбранные ТСА.	Разработка схемы автоматизации процесса АВТ с использованием микропроцессорной техники. Составление спецификации на выбранные ТСА.	2
9	Построение схем автоматизации технологических процессов	Построение линейной модели процесса ректификации.	Построение линейной модели процесса ректификации.	2
10	Построение схем автоматизации технологических процессов	Построение линейной модели процесса ректификации.	Построение линейной модели процесса ректификации.	2
11	Регулирование основных технологических параметров	Построение замкнутой системы регулирования	Построение замкнутой системы регулирования	2
12	Регулирование основных технологических параметров	Построение замкнутой системы регулирования	Построение замкнутой системы регулирования	2

13	Регулирование основных технологических параметров	Построение принципиальной схемы объекта регулирования.	Построение принципиальной схемы объекта регулирования.	2
14	Регулирование основных технологических параметров	Построение принципиальной схемы объекта регулирования.	Построение принципиальной схемы объекта регулирования.	2
15	Регулирование основных технологических параметров	Построение принципиальной схемы объекта регулирования.	Построение принципиальной схемы объекта регулирования.	2
16	Регулирование основных технологических параметров	Построение принципиальной схемы объекта регулирования.	Построение принципиальной схемы объекта регулирования.	2
Итого за семестр:				32
6 семестр				
17	Регулирования химических реакторов	Построение АСР процессом каталитического крекинга.	Построение АСР процессом каталитического крекинга.	2
18	Регулирования химических реакторов	Построение АСР процессом каталитического крекинга.	Построение АСР процессом каталитического крекинга.	2
19	Регулирования тепловых процессов	Разработка схем регулирования испарителей и конденсаторов. Одноконтурные, каскадные. Типы используемых ТСА.	Разработка схем регулирования испарителей и конденсаторов. Одноконтурные, каскадные. Типы используемых ТСА.	2
20	Регулирования тепловых процессов	Разработка схем регулирования испарителей и конденсаторов. Одноконтурные, каскадные. Типы используемых ТСА.	Разработка схем регулирования испарителей и конденсаторов. Одноконтурные, каскадные. Типы используемых ТСА.	2
21	Регулирования тепловых процессов	Разработка схем регулирования испарителей и конденсаторов. Одноконтурные, каскадные. Типы используемых ТСА.	Разработка схем регулирования испарителей и конденсаторов. Одноконтурные, каскадные. Типы используемых ТСА.	2
22	Регулирования тепловых процессов	Разработка схем регулирования испарителей и конденсаторов. Одноконтурные, каскадные. Типы используемых ТСА.	Разработка схем регулирования испарителей и конденсаторов. Одноконтурные, каскадные. Типы используемых ТСА.	2

23	Регулирования тепловых процессов	Разработка схем регулирования теплообменников Одноконтурные, каскадные. Типы используемых ТСА.	Разработка схем регулирования теплообменников Одноконтурные, каскадные. Типы используемых ТСА.	2
24	Регулирования тепловых процессов	Разработка схем регулирования теплообменников Одноконтурные, каскадные. Типы используемых ТСА.	Разработка схем регулирования теплообменников Одноконтурные, каскадные. Типы используемых ТСА.	2
25	Регулирования тепловых процессов	Разработка схем регулирования теплообменников Одноконтурные, каскадные. Типы используемых ТСА.	Разработка схем регулирования теплообменников Одноконтурные, каскадные. Типы используемых ТСА.	2
26	Регулирования тепловых процессов	Разработка схем регулирования теплообменников Одноконтурные, каскадные. Типы используемых ТСА.	Разработка схем регулирования теплообменников Одноконтурные, каскадные. Типы используемых ТСА.	2
27	Регулирования тепловых процессов	Разработка схем регулирования печей. Одноконтурные, каскадные. Типы используемых ТСА.	Разработка схем регулирования печей. Одноконтурные, каскадные. Типы используемых ТСА.	2
28	Регулирования тепловых процессов	Разработка схем регулирования печей. Одноконтурные, каскадные. Типы используемых ТСА.	Разработка схем регулирования печей. Одноконтурные, каскадные. Типы используемых ТСА.	2
29	Регулирования тепловых процессов	Схемы автоматизации теплообменников смешения (одноконтурные, соотношения двух расходов с коррекцией по температуре второго потока , комбинированные)	Схемы автоматизации теплообменников смешения (одноконтурные, соотношения двух расходов с коррекцией по температуре второго потока , комбинированные)	2
30	Регулирования тепловых процессов	АСР процессом риформинга.	АСР процессом риформинга.	2
31	Регулирования тепловых процессов	АСР процессом риформинга.	АСР процессом риформинга.	2
32	Регулирования тепловых процессов	АСР процессом риформинга.	АСР процессом риформинга.	2
Итого за семестр:				32
Итого:				64

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
5 семестр			
Построение схем автоматизации технологических процессов	Составление конспектов	Изучение материала «Построение схем автоматизации технологических процессов». Изучение дополнительной литературы	6
Построение схем автоматизации технологических процессов	Подготовка к практическому занятию	Подготовка к Л.Р. по теме «Проектирование САР основных технологических параметров и определение надежности выбранных пневматических САР» Выбор типов приборов для каждой схемы автоматизации	14
Регулирование основных технологических параметров	Подготовка к практическому занятию	Самостоятельное изучение материала: Регулирование расхода, уровня, температуры, давления. Схемы автоматизации (одноконтурные, соотношения двух расходов, с коррекцией); выбор регуляторов и законов регулирования (П, ПИ, ПИД регуляторы); характеристики измеряемого параметра (вид измерений, диапазон значений измеряемой величины). Передаточная функция объекта регулирования время запаздывания и постоянная времени для жидких и газообразных сред.	18
Регулирование основных технологических параметров	Подготовка к зачету	Подготовка к зачету	6
Итого за семестр:			44
6 семестр			
Регулирования химических реакторов	Подготовка к практическому занятию	Самостоятельное изучение материала: Схемы регулирования реакторов. Особенности динамики и устойчивость режимов работы химических реакторов. Построение математической модели реактора. Особенности регулирования реакторов с перемешивающим устройством; схемы регулирования (одноконтурные схемы регулирования: по отклонению температуры от заданного значения, по отклонению концентрации реакционной смеси от заданного значения, каскадные). Особенности регулирования трубчатых реакторов; схемы регулирования.	24

Регулирования тепловых процессов	Подготовка к практическому занятию	Самостоятельное изучение материала: Особенности регулирования теплообменников. Схемы автоматизации теплообменников смешения (одноконтурные, соотношения двух расходов с коррекцией по температуре второго потока, комбинированные). Регулирование испарителей и конденсаторов. Особенности регулирования испарителей и конденсаторов (динамические характеристики объекта по отдельным каналам). Схемы автоматизации испарителей и конденсаторов (одноконтурные, соотношения расходов, каскадные). Регулирование печей. Схемы регулирования печей	8
Регулирования тепловых процессов	Выполнение курсового проекта	Выполнение курсового проекта	10
Регулирования тепловых процессов	Подготовка к экзамену	Подготовка к экзамену	2
Итого за семестр:			44
Итого:			88

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	Библиографическое описание	Ресурс НТБ СамГТУ (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Учебно-методическое обеспечение		
1	Черепашков, А.А. Автоматизированное проектирование технологических процессов : практикум / А. А. Черепашков, В. Н. Воронин; Самар.гос.техн.ун-т, Технология машиностроения.- Самара, 2011.- 119 с.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 1331	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной информационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
-------	--------------	---------------	------------------------

1	AutoCAD	Autodesk (Зарубежный)	Лицензионное
2	Компас (САПР)	«Аскон» (Отечественный)	Лицензионное
3	Microsoft Office	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/	Ресурсы открытого доступа
2	Электронная библиотека "Наука и техника"	http://n-t.ru/	Ресурсы открытого доступа
3	Электронная нефтегазовая библиотека им. Губкина	http://elib.gubkin.ru	Ресурсы открытого доступа
4	eLIBRARY.ru	http://www.eLIBRARY.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации (с мультимедийным оборудованием) укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Практические занятия

Аудитория для практических и семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук), с выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СамГТУ. Аудитория оборудована специализированной мебелью: столы и стулья для обучающихся; стол и стул для преподавателя, доска.

- компьютерные классы (ауд. 101, 102, 111, 201, 311, 401, 404).

Самостоятельная работа

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ:

- Кабинет для текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций ауд. 212;
- Кабинет для самостоятельной работы, аудитория 304;
- компьютерные классы (ауд. 101, 102, 111, 201, 311, 401, 404).

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплён в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершённой. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.В.1.01.03 «Автоматизация технологических
процессов и производств»

**Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.В.1.01.03 «Автоматизация технологических процессов и производств»**

Код и направление подготовки (специальность)	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Направленность (профиль)	Автоматизация технологических процессов и производств в отраслях топливно- энергетического комплекса
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2026
Институт / факультет	Кафедры филиала ФГБОУ ВО "СамГТУ" в г. Новокуйбышевске
Выпускающая кафедра	кафедра "Электроэнергетика, электротехника и автоматизация технологических процессов" (НФ- ЭЭиАТП)
Кафедра-разработчик	кафедра "Электроэнергетика, электротехника и автоматизация технологических процессов" (НФ- ЭЭиАТП)
Объем дисциплины, ч. / з.е.	252 / 7
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет, Экзамен

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),
соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной
программы**

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 Способен принимать участия в обеспечении надёжного и эффективного функционирования автоматизированных систем управления технологическими процессами	ПК-1.2 Принимает участие в подготовке текстовой и графической частей эскизного и технического проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами	Владеть применением прикладных программных средств в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством; в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
			Знать основные технологии и государственные стандарты оформления технической документации
			Уметь производить оформление текстовых и графических разделов проектной и рабочей документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством; в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваем ости	Промежу точная аттестаци я
Построение схем автоматизации технологических процессов				
ПК-1.2 Принимает участие в подготовке текстовой и графической частей эскизного и технического проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами	Уметь производить оформление текстовых и графических разделов проектной и рабочей документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством; в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Билеты	Да	Да
	Знать основные технологии и государственные стандарты оформления технической документации	Билеты	Да	Да
	Владеть применением прикладных программных средств в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством; в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Билеты	Да	Да
Регулирование основных технологических параметров				
ПК-1.2 Принимает участие в подготовке текстовой и графической частей эскизного и технического проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами	Владеть применением прикладных программных средств в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством; в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Билеты	Да	Да
	Знать основные технологии и государственные стандарты оформления технической документации	Билеты	Да	Да
	Уметь производить оформление текстовых и графических разделов проектной и рабочей документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством; в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Билеты	Да	Да
Регулирования химических реакторов				

ПК-1.2 Принимает участие в подготовке текстовой и графической частей эскизного и технического проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами	Владеть применением прикладных программных средств в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством; в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Билеты	Да	Да
	Уметь производить оформление текстовых и графических разделов проектной и рабочей документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством; в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Билеты	Да	Да
	Знать основные технологии и государственные стандарты оформления технической документации	Билеты	Да	Да
Регулирования тепловых процессов				
ПК-1.2 Принимает участие в подготовке текстовой и графической частей эскизного и технического проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами	Уметь производить оформление текстовых и графических разделов проектной и рабочей документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством; в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Билеты	Да	Да
	Знать основные технологии и государственные стандарты оформления технической документации	Билеты	Да	Да
	Владеть применением прикладных программных средств в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством; в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Билеты	Да	Да

Типовые задания для промежуточной аттестации по дисциплине
Б1.В.1.01.03 «Автоматизация технологических процессов и производстве»
(шифр и наименование дисциплины)

для направления подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производстве»
(шифр и наименование направления подготовки, специальности)

2025 ГОД ПРИЕМА
(год приема на образовательную программу)

Контролируемая (ые) компетенция(и):

ПК-1 Способен принимать участия в обеспечении надёжного и эффективного функционирования автоматизированных систем управления технологическими процессами

(шифр и наименование компетенции(й))

Количество заданий в комплекте оценочных материалов

Код компетенции	Наименование компетенции	Количество заданий
ПК-1	Способен принимать участия в обеспечении надёжного и эффективного функционирования автоматизированных систем управления технологическими процессами	122

Сценарии выполнения диагностических заданий

Тип задания	Последовательность действий при выполнении задания
Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	1. Внимательно прочитать текст задания. 2. Выбрать единственный вариант ответа из предложенных.
Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа	1. Внимательно прочитать текст задания. 2. Выбрать несколько вариантов ответа из предложенных.
Задание закрытого типа на установление соответствия	1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидаются пары элементов. 2. Внимательно прочитать оба списка: список 1 - вопросы, утверждения, факты, понятия и т.д.; список 2 - утверждения, свойства объектов и т.д. 3. Сопоставить элементы списка 1 с элементами списка 2, сформировать пары элементов. 4. Записать буквы вариантов ответа (например, АБВГ)
Задание закрытого типа на установление последовательности	1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Построить верную последовательность из предложенных элементов. 4. Записать буквы вариантов ответа в нужной последовательности без пробелов и знаков препинания (например, БВА)
Задание открытого типа на дополнение	1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается недостающее дополнение. 2. Определить какой информации не хватает. 3. Внесение пропущенного слова. 4. Записать в ответ только дополнение.
Задание открытого типа с развернутым ответом	1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. 2. Продумать логику и полноту ответа. 3. Записать ответ, используя четкие компактные формулировки. 4. В случае расчетной задачи записать решение и ответ.
Задание комбинированного типа: практико-ориентированные задания	1. Внимательно прочитать текст задания. 2. Выполните указанные в задания действия
Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Выбрать один ответ, наиболее верный. 4. Записать только букву выбранного варианта ответа. 5. Записать аргументы, обосновывающие выбор ответа
Задание комбинированного типа с выбором нескольких ответов и обоснованием выборов ответов	1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается несколько из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Выбрать несколько верных вариантов ответов. 4. Записать последовательно буквы выбранных вариантов без пробелов и знаков препинания (например, АБВ).

	5. Записать аргументы, обосновывающие выбор каждого из ответов
--	--

Система оценивания заданий

Указания по оцениванию	Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильности ответа)
Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа считается верным, если правильно определен вариант ответа	За правильный вариант ответа начисляется 1 балл
Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа считается верным, если правильно определены все варианты ответа	За правильный вариант ответа начисляется 1 балл
Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого)	Количество баллов определяется числом пар для сопоставления. За каждое правильно установленное соответствие начисляется 1 балл.
Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр	Максимальный балл определяется количеством элементов в последовательности. В случае ошибки в одном месте - снижение на один балл. За каждое правильно указанное место элемента в последовательности начисляется 1 балл.
Задание открытого типа на дополнение, где предоставляется предложение или фрагмент текста, в котором пропущено одно или несколько слов или фраз. Задача состоит в том, чтобы заполнить пропуски, восстановив тем самым исходный смысл предложения.	2 балла засчитывается, если студент вписал правильный ответ в соответствии с ключом. 1 балл может быть засчитан за близкий к правильному ответ, если он демонстрирует частичное понимание.
Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте	Максимальный балл - 4. Студент может получить 4 балла за полный и правильный ответ, логично изложенный и с корректной терминологией, или меньше за неполные или неточно сформулированные ответы. Полнота (1 балл), Правильность (1 балл), Логичность (1 балл), Терминология (1 балл).
Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа считается верным, если правильно указана цифра и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа	За правильный выбор ответа начисляется 1 балл. За качественное обоснование - еще 2-3 балла. Критерии оценивания обоснования должны быть четко определены (например, логичность, полнота, использование фактов). Неправильный выбор ответа - 0 баллов, даже если обоснование частично верное.
Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа и обоснованием выбора ответа считается верным, если правильно указана цифра и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа	За правильный выбор ответа начисляется 1 балл. За качественное обоснование - еще 2-3 балла. Критерии оценивания обоснования должны быть четко определены (например, логичность, полнота, использование фактов). Неправильный выбор ответа - 0 баллов, даже если обоснование частично верное.

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
ПК-1 Способен принимать участия в обеспечении надёжного и эффективного функционирования автоматизированных систем управления технологическими процессами						
1.	Какой документ является основным, определяющим состав и принципы построения систем автоматизации на технологических объектах? А. Технологическая схема. Б. Функциональная схема автоматизации (ФСА).	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	2	1	1

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	В. Принципиальная электрическая схема. Г. Схема общих видов.					
2.	Условное графическое обозначение в виде окружности на функциональной схеме автоматизации обычно обозначает: А. Исполнительный механизм. Б. Первичный измерительный преобразователь (датчик), установленный по месту. В. Щит управления. Г. Регулятор.	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	2	1	1
3.	Для отображения на функциональной схеме устройства, установленного на щите или в контрольной комнате, используется: А. Сплошная толстая линия. Б. Двойная тонкая линия. В. Пунктирная линия. Г. Штрихпунктирная линия.	В	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	2	1	1
4.	Линия связи на ФСА, обозначающая импульсную трубку (пневматическую связь), изображается: А. Сплошной толстой линией. Б. Сплошной тонкой линией. В. Пунктирной линией. Г. Штрихпунктирной линией.	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	2	1	1
5.	Буквенный код «FE» в обозначении прибора на схеме автоматизации расшифровывается как: А. Преобразователь температуры. Б. Первичный элемент для измерения расхода. В. Регулятор уровня. Ш. Датчик давления.	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	2	1	1
6.	Буквенный код «PIC» в обозначении прибора указывает на то, что он выполняет функцию:	В	Задание закрытого типа с однозначным выбором	2	1	1

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	А. Измерения и индикации давления. Б. Регулирования и индикации расхода. В. Регулирования, индикации и управления (задание уставки) по давлению. Г. Сигнализации уровня		варианта ответа			
7.	Как обозначается на ФСА исполнительный механизм (например, пневматический мембранный привод задвижки)? А. Кругом с буквенным кодом. Б. Квадратом с горизонтальной чертой. В. Треугольником (символ привода), соединенным с обозначением регулирующего органа. Г. Прямоугольником с диагональю.	В	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	2	1	1
8.	Линия электрической связи на функциональных схемах автоматизации изображается: А. Сплошной толстой линией. Б. Штрихпунктирной линией (иногда с маркировкой). В. Пунктирной линией. Г. Тонкой сплошной линией с двумя косыми чертами.	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	2	1	1
9.	Что означает буквенный код «А» в первой позиции обозначения прибора (например, АИС)? А. Сигнализация. Б. Анализ (состава, качества). В. Регулирование. Г. Включение/Выключение.	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	2	1	1
10.	Какой из перечисленных приборов будет изображен на технологическом объекте (в поле), а не на щите? А. Регулятор температуры (TIC).	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	2	1	1

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	Б. Прибор для измерения температуры с термопреобразователем сопротивления (TE). В. Самописец расхода (FR). Г. Задающий регулятор (PIC).					
11.	Какое из перечисленных регулирующих воздействий является наиболее распространенным для поддержания уровня в емкости (регулирующий параметр — уровень, LIC)? А. Изменение давления над жидкостью. Б. Изменение расхода на выходе (сливе) из емкости. В. Изменение температуры жидкости. Г. Изменение расхода на входе в емкость.	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	2	1	2
12.	Для регулирования давления в замкнутом технологическом аппарате или газовой магистрали (PIC) чаще всего используется воздействие на: А. Температуру потока. Б. Состав газовой смеси. В. Расход притока или отвода газа (байпас или стравливание). Г. Уровень жидкости в сепараторе.	В	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	2	1	2
13.	Какая типичная схема регулирования температуры (TIC) в теплообменнике «пар — жидкость»? А. Регулирование расхода нагреваемой жидкости. Б. Регулирование расхода греющего пара на входе в теплообменник. В. Регулирование давления пара в линии. Г. Регулирование	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	2	1	2

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	уровня конденсата.					
14.	В схеме каскадного регулирования: А. Один регулятор управляет двумя различными исполнительными механизмами. Б. Выход одного регулятора (ведущий, master) задает уставку другому регулятору (ведомый, slave). В. Два регулятора работают параллельно на один регулируемый орган. Г. Регулятор переключается между двумя различными алгоритмами работы.	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	2	1	2
15.	Какой параметр является основным регулируемым при стабилизации работы ректификационной колонны наряду с температурами и давлениями? А. Вязкость сырья. Б. Соотношение фаз (например, соотношение флегмового числа или расходов флегмы и дистиллята). В. Цвет конечного продукта. Г. Скорость вращения тарелок.	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	2	1	2
16.	Для регулирования расхода (FIC) в трубопроводе с насосом постоянной производительности чаще всего используется: А. Изменение частоты вращения вала насоса. Б. Изменение положения регулирующего клапана, установленного в линии (байпас или дросселирование). В. Изменение давления на входе в насос. Г. Изменение температуры перекачиваемой среды.	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	2	1	2

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
17.	Что такое регулирование «по возмущению» (компенсационное регулирование)? А. Регулирование, при котором регулятор реагирует только на изменение уставки. Б. Регулирование, при котором компенсирующее воздействие на объект производится сразу после обнаружения основного возмущающего фактора, до того как оно повлияет на основной регулируемый параметр. В. Регулирование с очень медленной реакцией на ошибку. Г. Регулирование, использующее только интегральную составляющую.	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	3	1	2
18.	Какой основной принцип используется в системе пропорционального регулирования расхода (П-регулятор)? А. Величина управляющего воздействия пропорциональна величине отклонения регулируемого параметра от уставки. Б. Управляющее воздействие пропорционально скорости изменения отклонения. В. Управляющее воздействие пропорционально интегралу от отклонения во времени. Г. Управляющее воздействие постоянно, пока есть отклонение.	А	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	3	1	2
19.	Какой параметр является наиболее критичным для регулирования в сепараторе-дожимной установке на	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта	3	1	2

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	промысле? А. Температура поступающей эмульсии. Б. Уровень жидкости в сепараторе (LIC), так как он определяет время отстоя и качество разделения фаз. В. Скорость вращения входного патрубка. Г. Цвет отделяемой нефти.		ответа			
20.	Для чего в системе регулирования технологического параметра (например, давления) применяется переключатель «Ручной/Автоматический» (Н/А)? А. Для полного отключения исполнительного механизма. Б. Для возможности оперативного перехвата управления оператором вручную без резких скачков («бесшовный» переход). В. Для автоматического выбора типа регулятора (П, ПИ, ПИД). Г. Для изменения диапазона измерения датчика.	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	3	1	2
21.	Какой параметр является наиболее критичным для регулирования в экзотермическом реакторе (например, гидроочистки или крекинга) с точки зрения безопасности и селективности процесса? А. Уровень катализатора в реакторе. Б. Соотношение фаз на выходе. В. Температура реакционной смеси (как правило, по высоте слоя катализатора). Г. Давление на входе сырья.	В	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	2	1	3

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
22.	Для подавления «теплового убегания» (разгона) в экзотермическом реакторе наиболее эффективным является: А. Увеличение подачи сырья. Б. Каскадная схема регулирования, где ведущим (master) является регулятор температуры, а ведомым (slave) — регулятор расхода хладагента или холодного байпаса. В. Ручное снижение давления. Г. Использование только пропорционального (П) регулятора температуры.	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	2	1	3
23.	Основная цель регулирования давления в непрерывном реакторе идеального смешения (CSTR) — это: А. Контроль уровня жидкости. Б. Поддержание постоянной плотности реакционной смеси. В. Обеспечение заданной концентрации газообразных реагентов и управление скоростью реакции, особенно для газожидкостных процессов. Г. Предотвращение кавитации на мешалке.	В	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	3	1	3
24.	В реакторах с неподвижным слоем катализатора для выравнивания температурного профиля и продления срока службы катализатора часто применяют: А. Регулирование частоты вращения мешалки. Б. Многоточечное измерение	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	3	1	3

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	температуры по высоте слоя и регулирование путем организации нескольких вводов холодного технологического потока (холодных квалентов) на разные высоты слоя. В. Постоянное увеличение давления по мере дезактивации катализатора. Г. Регулирование только расхода продукта на выходе.					
25.	Какой из перечисленных контуров регулирования НЕ является типичным для обеспечения стабильной работы непрерывного реактора полимеризации? А. Контур регулирования температуры в рубашке/змеевике охлаждения. Б. Контур регулирования соотношения расходов мономера и инициатора (или катализатора). В. Контур регулирования уровня в реакторе (если реактор не полный). Г. Контур регулирования давления паровой фазы для летучих компонентов.	В	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	3	1	3
26.	Какая схема регулирования температуры на выходе из теплообменного аппарата (например, подогревателя нефти) является наиболее распространённой и эффективной при использовании пара в качестве греющей среды? А. Регулирование расхода нагреваемого продукта на входе в аппарат. Б. Регулирование	В	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	2	1	4

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	давления пара в трубной решётке. В. Регулирование расхода греющего пара на входе в теплообменник путём изменения положения регулирующего клапана. Г. Регулирование уровня конденсата в нижней части аппарата.					
27.	В сложных многоходовых теплообменниках для точного поддержания температуры технологического потока и предотвращения его перегрева часто применяют: А. Одноконтурную систему с ПИД-регулятором, воздействующим на клапан пара. Б. Каскадную систему, где ведущий (master) регулятор температуры продукта изменяет уставку ведомому (slave) регулятору температуры (или расхода) промежуточного теплоносителя. В. Систему с регулированием по возмущению, где датчик стоит только на линии сырья. Г. Систему позиционного регулирования с двухпозиционным клапаном.	В	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	3	1	4
28.	Какой основной принцип заложен в систему регулирования температуры в печи трубчатого типа (например, на установке АТ/ВТ)? А. Поддержание постоянного расхода топлива во всех горелках. Б. Стабилизация расхода нагреваемого сырья и регулирование	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	3	1	4

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	температуры на выходе из змеевика путём изменения расхода топлива (газа/мазута) на горелки. В. Регулирование только разрежения в топке печи. Г. Поддержание постоянного соотношения "воздух/топливо" без учёта температуры продукта					
29.	Для защиты теплообменного оборудования от перегрева и обеспечения безопасности при аварийном росте температуры чаще всего применяют: А. Ручное отключение по сигналу оператора. Б. Автоматическую блокировку с быстрым закрытием регулирующего клапана на линии греющей среды (пара, горячего теплоносителя) по сигналу от датчика аварийной температуры. В. Увеличение расхода охлаждающей воды в градирне. Г. Сброс давления в системе.	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	3	1	4
30.	При регулировании температуры в колонне ректификации (например, для поддержания флегмового числа) косвенным, но наиболее распространённым и технологичным способом является регулирование: А. Расхода кубовой жидкости. Б. Давления в верхней части колонны. В. Расхода флегмы (орошения), возвращаемой в колонну.	В	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	2	1	4

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	Г. Уровня в промежуточной ёмкости.					
31.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильные ответы Какие из перечисленных элементов и сведений в обязательном порядке отображаются на функциональной схеме автоматизации (ФСА) согласно стандартной практике? А. Условные графические обозначения средств автоматизации (приборов, преобразователей, исполнительных механизмов) с их буквенно-цифровыми позиционными обозначениями. Б. Технологическое оборудование и коммуникации (аппараты, насосы, трубопроводы) в упрощенном виде, необходимом для понимания сути процесса. В. Линии связи (электрические, пневматические, гидравлические) между средствами автоматизации. Г. Точные габаритные размеры и монтажное расположение всех датчиков на оборудовании. Д. Обозначение места расположения прибора (по месту, на щите). Е. Стоимость и каталожный номер конкретного регулирующего клапана.	А, Б, В, Д	Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа	3	1	1
32.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильные ответы Буквенные коды в обозначении прибора на схеме (например,	А, В, Г, Е	Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов	4	1	1

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	PDIAL) могут указывать на выполнение им нескольких функций. Выберите функции, которые могут быть отражены в таком многосимвольном коде. А. Измерение (первичное преобразование) технологического параметра (первая буква, напр., Р — давление). Б. Физическое местоположение корпуса прибора (цех, этаж). В. Индикация текущего значения параметра на дисплее или шкале (буква I). Г. Формирование сигнала тревоги (сигнализация) при выходе параметра за допустимые пределы (буква А). Д. Материал исполнения мембраны исполнительного механизма. Е. Дистанционное задание уставки (дистанционное управление) оператором (буква L).		ответа			
33.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильные ответы При построении схемы автоматизации технологического узла (например, ёмкости с насосом) для обеспечения безопасной и устойчивой работы типовыми являются контуры регулирования и сигнализации, направленные на: А. Поддержание уровня жидкости в заданных пределах (регулятор LIC). Б. Контроль цвета продукта на выходе. В. Защиту насоса от работы «на сухую»	А, В, Д, Е	Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа	3	1	1

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	(сигнализатор низкого уровня LAL). Г. Регулирование влажности атмосферного воздуха в помещении. Д. Защиту ёмкости от переполнения (сигнализатор высокого уровня LАH). Е. Регулирование давления в нагнетательной линии насоса (регулятор PIC) или его расхода (регулятор FIC).					
34.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильные ответы При построении системы автоматизации типовой ректификационной колонны для стабилизации её работы и получения продукта заданного качества в обязательном порядке применяются контуры регулирования, направленные на поддержание: А. Атмосферного давления в цехе. Б. Давления в верхней части колонны (PIC). В. Температуры в ключевой тарелке или в кубе колонны (TIC). Г. Уровня жидкости в кубе колонны (LIC). Д. Скорости вращения тарелок. Е. Соотношения потоков (например, флегмового числа) через регулятор расхода (FIC).	Б, В, Г, Е	Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа	3	1	2
35.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильные ответы Какие из перечисленных утверждений о выборе регулирующего воздействия для поддержания уровня в ёмкости (объект	А, Б, Д	Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа	3	1	2

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	«ёмкость») являются ВЕРНЫМИ? А. Если приоритетом является стабилизация расхода подачи (внешнего потока), уровень регулируют, воздействуя на расход выхода (слива) из ёмкости. Б. Если приоритетом является стабилизация расхода отбора (потока на следующую установку), уровень регулируют, воздействуя на расход входа (притока) в ёмкость. В. Уровень всегда регулируют только изменением притока, независимо от других условий. Г. Для регулирования уровня никогда не используется байпасный (рециркуляционный) контур. Д. В буферных ёмкостях и ёмкостях орошения колонн часто применяют каскадное регулирование, где регулятор уровня (ведущий) изменяет уставку регулятору расхода (ведомому). Е. Датчик уровня всегда устанавливается непосредственно на регулирующем клапане.					
36.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильные ответы Для эффективного и безопасного регулирования расхода (FIC) технологической среды в зависимости от конкретных условий могут применяться следующие методы и схемы: А. Дросселирование потока с помощью	А, Б, В, Д	Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа	3	1	2

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	регулирующего клапана, установленного в основной линии. Б. Изменение частоты вращения приводного электродвигателя насоса или компрессора (частотное регулирование). В. Использование байпасной линии с регулирующим клапаном, возвращающей часть потока на вход насоса. Г. Регулирование расхода путём изменения химического состава перекачиваемой среды. Д. Применение каскадной схемы, где регулятор другого параметра (например, уровня или температуры) изменяет уставку регулятору расхода. Е. Установка в линии дополнительной неподвижной диафрагмы с изменяемым диаметром отверстия.					
37.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильные ответы Для стабилизации температуры в экзотермическом реакторе с неподвижным слоем катализатора (например, реактор гидроочистки) и предотвращения локальных перегревов («горячих точек») могут применяться следующие методы регулирования: А. Каскадное регулирование, где ведущим (master) контуром является температура реакционной массы, а ведомым (slave) — расход хладагента (или холодного	А, Б, Г, Е	Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа	2	1	3

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	сырьевого байпаса). Б. Многоточечное измерение температуры по высоте слоя катализатора с организацией нескольких вводов холодного технологического потока («холодных квалентов») на разных уровнях. В. Регулирование давления на входе в реактор по максимальному значению из нескольких датчиков температуры. Г. Использование систем аварийной сигнализации (ТАНН) и блокировок по верхнему пределу температуры для аварийной подачи ингибитора или отключения подачи сырья. Д. Регулирование уровня катализатора в реакторе путем его постоянной дозагрузки. Е. Поддержание заданного соотношения расходов основного сырья и циркулирующего газового потока (водородсодержащего газа).					
38.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильные ответы Какие из перечисленных контуров регулирования и систем контроля являются типичными и обязательными для обеспечения безопасной и эффективной работы непрерывного реактора идеального смешения (CSTR), например, на установке алкилирования?	А, Б, В, Д	Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа	3	1	3

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	А. Контур регулирования температуры реакционной смеси (TIC), воздействующий на подачу хладагента в рубашку/змеевик или на подачу одного из реагентов. Б. Контур регулирования уровня (LIC) в реакторе для поддержания постоянного объема реакционной массы и времени пребывания. В. Контур регулирования соотношения расходов ключевых реагентов (FFIC или соотношение FIC/FIC) для управления селективностью и тепловыделением. Г. Контур регулирования скорости вращения мешалки по значению pH среды. Д. Контроль и сигнализация давления (PI, PАН) в реакторе, особенно для процессов с газообразными компонентами. Е. Регулирование вязкости готового продукта на выходе из реактора.					
39.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильные ответы При организации системы регулирования реактора полимеризации (например, производство полиэтилена) для управления молекулярно-массовым распределением и выходом продукта ключевыми регулируемыми параметрами, помимо температуры и давления, могут выступать:	А, Б, Г, Е	Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа	3	1	3

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	А. Концентрация инициатора или катализатора в реакционной зоне (косвенно через его расход). Б. Концентрация мономера, регулируемая через его парциальное давление или расход. В. Цвет гранул полимера на выходе из реактора. Г. Концентрация ингибитора или агента передачи цепи, влияющего на длину полимерной цепи. Д. Электрическая проводимость реакционной смеси. Е. Соотношение фаз (газ/твердое или жидкость/твердое) в реакторе с псевдооживленным слоем.					
40.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильные ответы При организации системы регулирования технологической печи (например, трубчатой печи установки АВТ) для обеспечения максимальной эффективности, безопасности и качества нагрева сырья могут одновременно применяться следующие контуры и системы: А. Основной контур регулирования температуры сырья на выходе из змеевика (TIC), воздействующий на расход топлива (газа/мазута). Б. Контур стабилизации соотношения «воздух/топливо» (FFC или каскад от FIC к PIC на воздухе)	А, Б, В, Д	Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа	3	1	4

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	для поддержания оптимального коэффициента избытка воздуха и полноты сгорания. В. Контроль и регулирование разрежения в топке (PdIC) для предотвращения выброса пламени и обеспечения тяги. Г. Регулирование уровня жидкости в трубном змеевике печи. Д. Аварийная сигнализация и блокировка по загазованности объемов печи и по пламени горелок (сигнализаторы дозрывочных концентраций, контроль пламени). Е. Регулирование теплопроводности материала футеровки печи.					
41.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильные ответы Для точного и энергоэффективного регулирования температуры технологического потока в сложном теплообменном узле (например, в теплообменнике «жидкость-жидкость» с высокой инерционностью) могут быть использованы следующие схемы и методы: А. Каскадная система, где ведущий (master) регулятор температуры целевого продукта изменяет уставку ведомому (slave) регулятору температуры (или расхода) промежуточного теплоносителя. Б. Система регулирования с коррекцией по	А, Б, Г, Е	Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа	3	1	4

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	возмущению (компенсационное регулирование), где регулятор температуры получает дополнительный сигнал о расходе или температуре основного нагреваемого потока. В. Регулирование только по давлению теплоносителя на входе в теплообменник. Д. Использование трёхходового регулирующего клапана для изменения количества или направления потока теплоносителя через аппарат. Е. Постоянное поддержание максимальной температуры теплоносителя на его входе. Г. Введение в закон регулирования ПИД-регулятора дифференциальной составляющей (D-составляющей) для учёта скорости изменения температуры.					
42.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильные ответы Какие из перечисленных утверждений о регулировании температуры в ректификационной колонне (например, для поддержания температуры в ключевой тарелке) являются ВЕРНЫМИ? А. Температура является косвенным, но ключевым показателем состава продукта и используется для регулирования через изменение расхода флегмы (орошения) или отбора	А, В, Г, Е	Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа	3	1	4

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	дистиллята. Б. Основным и прямым регулирующим воздействием для изменения температуры в колонне всегда является клапан на линии подачи сырья. В. Широко применяется каскадное регулирование, где регулятор температуры (master) изменяет уставку регулятору расхода флегмы или кубового остатка (slave). Г. Система регулирования температуры тесно взаимосвязана с контуром регулирования давления (PIC) в колонне, так как температура кипения зависит от давления. Д. Для быстрого изменения температуры в колонне наиболее эффективно воздействовать на расход хладагента в дефлегматоре, минуя изменение флегмового числа. Е. В современных АСУ ТП часто используется так называемое «кажущееся» регулирование температуры, где уставка для TIC рассчитывается верхним уровнем системы на основе данных хроматографа и давления.					
43.	Дополните предложение. Основным документом, определяющим состав и взаимосвязи средств автоматизации с технологическим объектом, является _____ схема автоматизации.	Функциональная	Задание открытого типа на дополнение	2	1	1

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
44.	Дополните предложение. Условное графическое обозначение в виде окружности с буквенно-цифровым кодом внутри на функциональной схеме обозначает первичный измерительный преобразователь или датчик, установленный _____.	по месту / в поле	Задание открытого типа на дополнение	2	1	1
45.	Дополните предложение. Для указания того, что прибор или устройство установлено на щите или пульте управления, его условное обозначение заключают в _____ линию.	пунктирную	Задание открытого типа на дополнение	2	1	1
46.	Дополните предложение. Буквенный код «Т» в первой позиции обозначения прибора (например, Т1Т) соответствует измеряемому параметру – _____.	температура	Задание открытого типа на дополнение	2	1	1
47.	Дополните предложение. Буквенный код «I» в обозначении прибора (например, PI) означает, что прибор выполняет функцию _____ значения параметра.	индикации / индикации текущего	Задание открытого типа на дополнение	2	1	1
48.	Дополните предложение. Линия связи, изображаемая сплошной толстой линией на функциональной схеме, обозначает _____ связь (например, импульсную трубку для давления).	пневматическую	Задание открытого типа на дополнение	2	1	1
49.	Дополните предложение. Если в обозначении прибора после букв кода параметра стоят буквы «А» и «L»	высокого, дистанционного задания	Задание открытого типа на дополнение	2	1	1

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	(например, PAHL), это означает, что прибор совмещает функции сигнализации _____ предела и _____ уставки.					
50.	Дополните предложение. Исполнительный механизм (например, пневмопривод) на функциональной схеме изображается в виде _____, соединенного с обозначением регулирующего органа (клапана).	Треугольника	Задание открытого типа на дополнение	2	1	1
51.	Дополните предложение. Схема, которая показывает физические соединения между приборами, щитами, клеммными коробками и является руководством для монтажников, называется схемой _____ соединений.	внешних / монтажных	Задание открытого типа на дополнение	2	1	1
52.	Дополните предложение. Цифра в окружности на конце линии связи, подведенной к прибору, указывает номер _____, на который эта связь переходит для продолжения.	листа	Задание открытого типа на дополнение	2	1	1
53.	Дополните предложение. В стандартном контуре регулирования уровня в емкости (объект «емкость») регулирующим воздействием чаще всего является изменение расхода на _____ или на _____ емкости, в зависимости от технологического приоритета.	входе / выходе (или: притоке / оттоке)	Задание открытого типа на дополнение	2	1	2
54.	Дополните предложение. Для компенсации больших	по возмущению (компенсационное)	Задание открытого типа на дополнение	2	1	2

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	запаздываний и инерционности в системах автоматизации применяют регулирование, при котором управляющее воздействие вырабатывается на основе измерения основного возмущающего фактора еще до того, как оно повлияет на регулируемый параметр.					
55.	Дополните предложение. При регулировании расхода жидкости в трубопроводе с насосом постоянной производительности основным способом является потока с помощью регулирующего клапана.	дресселирование	Задание открытого типа на дополнение	2	1	2
56.	Дополните предложение. В контуре регулирования давления в резервуаре или аппарате наиболее типичным регулирующим воздействием является изменение расхода _____ или _____ газа.	притока / отвода (или: подачи / сброса)	Задание открытого типа на дополнение	2	1	2
57.	Дополните предложение. Основным недостатком простого пропорционального (П) регулятора является наличие _____ постоянного отклонения регулируемого параметра от заданного значения в установившемся режиме.	статической ошибки (статизма)	Задание открытого типа на дополнение	2	1	2
58.	Дополните предложение. Для ликвидации статической ошибки в контур регулирования вводят _____ составляющую,	интегральную (И-)	Задание открытого типа на дополнение	2	1	2

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	действие которой зависит от интеграла по времени от отклонения.					
59.	Дополните предложение. Схема, в которой выход одного регулятора (ведущего) задает уставку другому регулятору (ведомому), называется _____ регулированием.	каскадным	Задание открытого типа на дополнение	2	1	2
60.	Дополните предложение. Ключевым косвенным параметром, по которому часто судят о составе продукта и регулируют процесс в ректификационной колонне, является _____ на ключевой тарелке или в кубе.	температура	Задание открытого типа на дополнение	2	1	2
61.	Дополните предложение. Для обеспечения безопасной работы насоса, откачивающего жидкость из емкости, обязательно устанавливается сигнализатор _____ уровня, отключающий насос при его срабатывании.Г) Экономайзер	низкого (LAL)	Задание открытого типа на дополнение	2	1	2
62.	Дополните предложение. В системе регулирования температуры в теплообменнике типа «пар — жидкость» регулирующим воздействием является изменение расхода _____ пара на входе в аппарат.	греющего	Задание открытого типа на дополнение	2	1	2
63.	Дополните предложение. Наиболее критичным для безопасности и селективности экзотермического реактора является параметр _____, регулирование	температуры	Задание открытого типа на дополнение	2	1	3

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	которого часто строится по каскадной схеме.					
64.	Дополните предложение. Для предотвращения «теплового убегания» (разгона) в экзотермическом реакторе с неподвижным слоем катализатора применяют подачу _____ на разные уровни слоя.	холодного квалента (холодного потока)	Задание открытого типа на дополнение	2	1	3
65.	Дополните предложение. Регулирование _____ в реакторе идеального смешения (CSTR) необходимо для поддержания постоянного времени пребывания реакционной массы.	уровня	Задание открытого типа на дополнение	2	1	3
66.	Дополните предложение. В реакторах полимеризации для управления длиной полимерной цепи (молекулярной массой) регулируют концентрацию _____ или агента передачи цепи.	ингибитора	Задание открытого типа на дополнение	2	1	3
67.	Дополните предложение. Основной целью регулирования давления в газофазном реакторе является поддержание заданной _____ газообразных реагентов.	концентрации (парциального давления)	Задание открытого типа на дополнение	2	1	3
68.	Дополните предложение. Для регулирования соотношения расходов ключевых реагентов (например, водорода и сырья в реакторе гидроочистки) применяют контур _____ регулирования (FFIC).	Соотношения	Задание открытого типа на дополнение	2	1	3
69.	Дополните предложение. В экзотермических	ведомый (slave)	Задание открытого типа на	2	1	3

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	реакторах для отвода избыточного тепла реакции в схеме регулирования температуры часто используется _____ (ведомый) контур по расходу хладагента или холодного байпаса.		дополнение			
70.	Дополните предложение. Для защиты реактора от аварийного роста температуры или давления применяются системы аварийной _____, которые инициируют блокировочные действия (подача ингибитора, отключение подачи).	сигнализации (защиты и блокировок)	Задание открытого типа на дополнение	2	1	3
71.	Дополните предложение. В реакторах с псевдооживленным слоем ключевым регулируемым параметром режима является соотношение _____ (например, газ/твердый катализатор).	фаз	Задание открытого типа на дополнение	2	1	3
72.	Дополните предложение. В современных системах регулирования сложных реакторов уставка для регулятора температуры или давления может рассчитываться верхним уровнем АСУ ТП на основе данных _____ анализа, что называется «кажущимся» регулированием.	хроматографического (или: состава)	Задание открытого типа на дополнение	2	1	3
73.	Дополните предложение. В трубчатой печи установки АВТ основным регулирующим воздействием для поддержания температуры сырья	топлива	Задание открытого типа на дополнение	2	1	4

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	на выходе является изменение расхода _____.					
74.	Дополните предложение. Для повышения точности регулирования температуры в инерционном теплообменном аппарате часто применяют _____ _____ схему, где регулятор температуры продукта изменяет уставку регулятору расхода или температуры теплоносителя.	каскадную	Задание открытого типа на дополнение	2	1	4
75.	Ключевым параметром для поддержания полноты сгорания и экономичности работы печи является регулирование соотношения «_____ / топливо».	воздух	Задание открытого типа на дополнение	2	1	4
76.	Дополните предложение. Для защиты теплообменного оборудования от перегрева при аварийном росте температуры используется автоматическая _____ на _____ закрытие регулирующего клапана греющей среды.	блокировка	Задание открытого типа на дополнение	2	1	4
77.	Дополните предложение. В ректификационной колонне косвенным, но основным средством регулирования температуры и, соответственно, состава продукта является изменение расхода _____, _____, возвращаемой в колонну.	флегмы (орошения)	Задание открытого типа на дополнение	2	1	4
78.	Дополните предложение. Трёхходовой _____	регулирующий	Задание открытого типа на дополнение	2	1	4

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	клапан часто применяется в системах регулирования температуры для изменения количества или направления потока теплоносителя через аппарат.					
79.	Дополните предложение. Для стабилизации процесса кипения и конденсации в колонне необходимо предварительное регулирование _____ в её верхней части.	давления	Задание открытого типа на дополнение	2	1	4
80.	Дополните предложение. При регулировании температуры горячего теплоносителя (например, «дымовых газов») в системе утилизации тепла часто воздействуют на положение заслонки _____ линии.и против каждого варианта.	байпасной (рециркуляционной)	Задание открытого типа на дополнение	2	1	4
81.	Дополните предложение. В сложных системах регулирования температуры для учёта скорости её изменения в алгоритм ПИД-регулятора вводят _____ составляющую (D-составляющую).	дифференциальную	Задание открытого типа на дополнение	2	1	4
82.	Дополните предложение. В кожухотрубных теплообменниках для предотвращения конденсации паров и поддержания высокой эффективности теплопередачи необходимо регулировать расход и температуру _____ на выходе.	конденсата	Задание открытого типа на дополнение	2	1	4
83.	Дайте развернутый ответ. Объясните принципиальное различие между Функциональной схемой автоматизации (ФСА)	Функциональная схема автоматизации (ФСА) — это концептуальный документ, показывающий что и для чего делается в	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	1

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	и Принципиальной электрической схемой управления. Что отображается на каждой из них, и для решения каких задач они предназначены?	системе управления. На ней отображаются: Упрощенная технологическая схема (оборудование, трубопроводы). Условные обозначения всех средств автоматизации (датчиков, регуляторов, исполнительных механизмов) с их функциональными признаками. Линии связи между ними, указывающие на передачу информации (сигналов измерения, управления). Основная задача ФСА — показать структуру и принцип работы системы автоматизации, её взаимосвязь с технологическим процессом, обосновать выбор средств. Она является исходным документом для проектирования более детальных схем. Принципиальная электрическая схема — это документ, показывающий как электрически реализованы цепи управления, сигнализации и питания. На ней отображаются: Все электрические элементы (катушки реле, контакты, клеммы, предохранители, конкретные модули ввода/вывода РСУ). Детальные соединения между ними с указанием				

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		марки и сечения проводов, адресов в РСУ. Основная задача — служить руководством для монтажа, наладки и поиска неисправностей в электрических цепях.				
84.	Дайте развернутый ответ. Опишите порядок формирования буквенно-цифрового обозначения прибора на схеме автоматизации на примере кода PICV-101. Расшифруйте каждую букву и цифру в этом коде, объяснив их смысл согласно стандартной практике (ГОСТ 21.404-85).	Обозначение PICV-101 формируется и расшифровывается следующим образом: Первая буква (P) — обозначает измеряемый или регулируемый параметр. P — Pressure (давление). Последующие буквы (I, C, V) — обозначают функции, выполняемые прибором. I — Indication (индикация, показание на дисплее или шкале). C — Control (регулирование, управление; прибор имеет функцию формирования управляющего сигнала, часто это регулятор). V — Valve, Damper, Louver (обозначает, что прибор связан с исполнительным механизмом, обычно это регулирующий клапан или заслонка). Эта буква часто ставится в конце. Цифровой номер (101) — это порядковый номер (позиционный номер) прибора в пределах данной технологической установки, системы или проекта. 101 означает, что это первый прибор в контуре №1 (или по другой принятой системе нумерации).	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	1

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		Номер уникален в рамках проекта. Итог: PICV-101 — это Регулятор давления с индикацией, управляющий регулирующим клапаном (заслонкой), имеющий порядковый номер 101.				
85.	Дайте развернутый ответ. Каковы основные правила и условности изображения линий связи (электрических, пневматических, гидравлических) на функциональной схеме автоматизации? Приведите примеры графического обозначения для разных типов связей.	На ФСА линии связи показывают передачу сигналов, а не физические провода или трубки. Основные условности: Сплошная тонкая линия — наиболее распространенное обозначение. Используется для пневматических и гидравлических линий связи (импульсные трубки), а также для электрических сигнальных линий общего вида. Конкретный тип часто уточняется надписью (напр., "Эл."). Штрихпунктирная линия (— · — · —) — стандартное обозначение для электрических линий связи в современной практике. Может дополняться маркировкой (напр., цифрой групповой линии). Сплошная толстая линия — обозначает силовые (энергетические) связи. Например, подача сжатого воздуха к пневмоприводу (Pneum.), подача электроэнергии к электроприводу (Electr.), линия гидравлической жидкости. Пунктирная линия (- - -) — используется для выделения	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	1

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		приборов, установленных на щите или пульте (их условные обозначения часто заключаются в такой прямоугольник), а также для вспомогательных связей. Линии связи показываются без разрывов между приборами. Если линия уходит на другой лист, в месте разрыва ставится окружность с номером листа, куда она продолжается.				
86.	Дайте развёрнутый ответ. Объясните, как на функциональной схеме автоматизации графически отображается информация о месте расположения прибора (в поле, на щите, в системе управления). Приведите примеры условных обозначений для каждого случая.	Место расположения прибора определяется по его графическому оформлению, а не по буквенному коду: Установлен по месту (в поле, на технологическом объекте): Условное обозначение прибора изображается в виде окружности или овала. Пример: первичный датчик температуры ТЕ, датчик давления РТ, местный манометр РІ. Установлен на щите, пульте, в контрольной комнате: Условное обозначение прибора вписывается в прямоугольник (часто тонкий) или все приборы данного щита/пульта заключаются в пунктирный прямоугольник с надписью (напр., "ЩУ"). Пример: вторичный прибор РІR, регулятор LIC, переключатель HS. Выполнен в виде программного (виртуального) модуля в контроллере РСУ:	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	1

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		Условное обозначение прибора вписывается в прямоугольник с двойной вертикальной чертой по краям или заключается в общий прямоугольник с надписью "PCY", "CPY". Пример: программный регулятор PIS, виртуальный счётчик FIQ. Распределённое размещение (часть функций в поле, часть в системе): Применяются комбинированные обозначения. Например, интеллектуальный датчик с полевым коммуникационным интерфейсом может изображаться окружностью с дополнительным символом (например, квадратом в углу), указывающим на цифровую связь с PCY.				
87.	Дайте развернутый ответ. Опишите алгоритм действий инженера при разработке функциональной схемы автоматизации для типового технологического узла (например, «ёмкость-насос»). С чего начинается разработка и какие ключевые решения необходимо принять?	Алгоритм разработки ФСА для узла «ёмкость-насос» включает следующие этапы: Анализ технологического задания (ТЗ): Изучение назначения узла, режимов работы (непрерывный, периодический), параметров среды, требований к качеству продукции и безопасности. Выбор контролируемых параметров: Определение, что нужно измерять. Для ёмкости с насосом это обязательно: уровень (L), давление (P) в ёмкости или на линии, расход (F) на	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	1

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		выходе насоса, температура (Т) среды, состояние насоса («Пуск/Стоп», авария). Выбор регулируемых параметров и законов регулирования: Определение, что и как нужно регулировать. Ключевые решения: Регулирование уровня в ёмкости (LIC). Принятие решения: регулировать по притоку или оттоку? (Для узла «ёмкость-насос» чаще регулируют отток, стабилизируя подачу на следующую установку). Регулирование давления или расхода (PIC или FIC). Выбор регулирующего органа (клапан после насоса или байпасная линия). Выбор типа регулятора (П, ПИ, ПИД). Выбор средств автоматизации: Определение чем измерять и регулировать. Выбор типа датчиков уровня, давления, расхода; типа исполнительного механизма (пневматический, электрический); типа регулятора (местный, панельный, программный в РСУ). Разработка систем сигнализации и блокировок (АСБ): Определение аварийных ситуаций и защитных действий. Обязательно: сигнализация верхнего (LAH) и нижнего (LAL) уровня				

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		в ёмкости (защита от перелива и работы насоса «на сухую»), сигнализация аварии насоса. Разработка логики блокировок (например, отключение насоса при LAL). Графическое оформление: Нанесение на схему упрощённого изображения технологического оборудования, коммуникаций и всех выбранных средств автоматизации с соответствующими условными обозначениями и линиями связи.				
88.	Дайте развернутый ответ. В чём заключаются преимущества и недостатки использования на функциональной схеме общих (объединяющих) линий связи (магистралей, шин) по сравнению с изображением каждой связи индивидуальной линией? В каких случаях каждый из подходов предпочтительнее?	Изображение индивидуальных линий: Преимущества: Полная наглядность. Виден каждый конкретный сигнал и его путь от датчика до прибора. Упрощает понимание схемы для наладчиков и обслуживающего персонала. Не требует дополнительных пояснений. Недостатки: Сильно загромождает схему при большом количестве приборов. Снижает читаемость. Увеличивает время на вычерчивание. Предпочтительно: Для небольших, локальных систем автоматизации, где количество сигналов невелико, или для изображения критически важных (например, аварийных) сигналов, требующих особой наглядности. Использование	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	1

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		общих линий (магистралей, шин): Преимущества: Крайне упрощает графику, делает схему чистой и легко читаемой. Позволяет компактно отображать системы с десятками и сотнями сигналов (типично для РСУ). Эффективно для отображения цифровых полевых шин (Foundation Fieldbus, Profibus PA). Недостатки: Снижает детализацию. Требуется обязательного сопровождения таблицей (ведомостью) сигналов, где раскрывается, какие конкретно приборы и какие сигналы подключены к каждой шине. Предпочтительно: Для крупных, распределённых систем управления на базе РСУ и цифровых шин. При отображении групп однотипных сигналов (например, все сигналы дискретной аварийной сигнализации от оборудования одной зоны).				
89.	Дайте развернутый ответ. Что такое «спецификация к схемам автоматизации» и какова её роль? Какую информацию она содержит и как связана с графической частью (непосредственно со схемой)?	Спецификация к схемам автоматизации — это текстовый документ, являющийся неотъемлемой частью графических схем (ФСА, монтажных схем). Её роль — дать полный количественный и качественный перечень всех средств автоматизации, изображённых на схемах. Содержание: Спецификация	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	1

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		представляет собой таблицу, столбцы которой обычно содержат: 1) Поз. обозначение (тот же код, что и на схеме, напр., PICV-101); 2) Наименование (тип и краткое описание прибора, напр., "Регулятор давления"); 3) Тип (конкретная марка или модель, напр., "Rosemount 3051S + Fisher GX"); 4) Количество; 5) Примечание. Связь со схемой: Связь осуществляется через позиционные обозначения. Каждому условному обозначению на схеме соответствует одна строка в спецификации. Спецификация позволяет заказчику сформировать ведомость заказа, а монтажной организации — точный список оборудования. Без спецификации схема является неполным документом.				
90.	Дайте развернутый ответ. Объясните, каким образом на функциональной схеме показывается резервирование (дублирование) средств измерения и управления для повышения надёжности и безопасности процесса. Приведите пример графического обозначения резервного датчика или регулятора.	резервирование на ФСА показывается путём изображения нескольких приборов на один технологический параметр с особыми графическими приёмами, поясняющими их логику работы: Резервирование измерения («2 из 3» для повышения надёжности): Рядом с технологическим аппаратом изображаются три одинаковых первичных преобразователя (например, три датчика температуры ТТ) с разными	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	1

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		номерами (напр., ТТ-101А, ТТ-101В, ТТ-101С). Их выходные сигналы могут быть подведены к одному условному блоку "2 из 3" или к отдельным входам системы, что поясняется в примечаниях. Резервирование для аварийной защиты (SIS): Изображается отдельный, независимый датчик, чьё обозначение содержит букву S (Safety) или код SIS. Например, датчик аварийного высокого давления PSHH-101 устанавливается параллельно рабочему датчику РIT-101. Этот аварийный датчик связан не с регулятором, а напрямую с логическим элементом системы безопасности, управляющим отсечным клапаном XV. Резервирование управления: Может изображаться как два регулятора (основной и резервный), подключенные к одному исполнительному механизму через переключатель, или как один регулятор с горячим резервированием его процессорного модуля (что может быть показано специальным символом в прямоугольнике РСУ).				
91.	Дайте развернутый ответ. Опишите назначение и типовое содержание Перечня элементов (ПЭ) или Экспликации к функциональной	Назначение: Перечень элементов (ПЭ) или Экспликация — это пояснительная записка к схеме. Её цель — дать расшифровку всех условных буквенно-	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	1

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	схеме автоматизации. Чем этот документ дополняет информацию, представленную на самой схеме?	цифровых обозначений, использованных на чертеже, и привести справочные данные о системе в целом. Это ключ к чтению схемы. Типовое содержание: Таблица условных обозначений: Основная часть. Содержит столбцы: "Обозначение" (например, PIC, TE, XV), "Наименование" ("Регулятор давления", "Термозлектрический преобразователь", "Отсечной клапан"). Список (или таблица) листов проекта с их номерами и наименованиями. Принятые сокращения и термины. Общие указания: Описание системы нумерации приборов, пояснения о типах используемых линий связи, информация о системе управления (тип РСУ). Ссылки на нормативные документы (ГОСТы, стандарты предприятия). Дополнение к схеме: Если на самой схеме мы видим код FE-201, то в перечне элементов находим, что это "Первичный преобразователь расхода, вихревой". Таким образом, ПЭ делает схему интуитивно понятной для любого специалиста, знакомого с условностями, без необходимости держать в голове все буквенные коды.				
92.	Дайте развернутый ответ. Каковы современные тенденции в построении и	Современные тенденции, связанные с РСУ и полевыми шинами: Уход от детализации	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	1

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	оформлении схем автоматизации с учётом повсеместного внедрения распределённых систем управления (PCY) и полевых шин? Как это отражается на графических обозначениях и структуре схем?	отдельных проводов к отображению шин: На смену множеству индивидуальных линий связи приходит изображение одной толстой линией (шиной) с подписью (напр., "Fieldbus Segment #1", "Ethernet"). К этой шине "подключаются" условные обозначения интеллектуальных приборов. Изменение графики приборов: Обозначения приборов часто дополняются специальными символами (напр., квадратом в углу окружности) для указания, что это "smart device" с цифровым интерфейсом. Растёт использование символов, показывающих приборы, встроенные непосредственно в систему PCY (прямоугольники с двойной границей). Структурирование схем по иерархии: Проекты разбиваются на иерархические уровни: Уровень поля (Field): ФСА остаётся, но с акцентом на физическое размещение и подключение к шине. Уровень системы управления: Появляются отдельные структурные схемы PCY, показывающие кабины, контроллеры, станции оператора и сетевые соединения. Уровень программного обеспечения:				

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		Разрабатываются функциональные блок-схемы (FBD) или диаграммы последовательности, которые являются логическим продолжением ФСА, но уже внутри контроллера. Интеграция с базами данных: Позиционные обозначения и данные со схем напрямую связываются с единой инструментальной базой данных (CAD/CAE-система), что позволяет автоматически генерировать спецификации, монтажные листы и программный код, минимизируя ошибки ручного ввода. Акцент на безопасность (SIS): Тенденция к разделённому изображению систем базового регулирования (BPCS) и систем аварийной защиты (SIS/SIF) на разных схемах или разными цветами/условностями и для соблюдения стандартов (напр., МЭК 61511).				
93.	Дайте развернутый ответ. Объясните, чем принципиально отличается выбор регулирующего воздействия для поддержания уровня в емкости в случаях «регулирование по притоку» и «регулирование по оттоку». Какой из этих способов предпочтителен для буферной емкости перед насосом и почему?	Принципиальное отличие заключается в том, на какой поток (входной или выходной) система автоматизации оказывает воздействие для стабилизации уровня. Регулирование по притоку: Уровень в емкости (LIC) регулируется путем изменения расхода на входе (FIN). При этом расход на выходе из емкости является внешним возмущением,	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	2

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		которое система должна компенсировать. Стабильность выходного потока не гарантируется. Регулирование по оттоку: Уровень в емкости (LIC) регулируется путем изменения расхода на выходе (FOUT). В этом случае возмущением является входной поток, а система автоматизации обеспечивает его плавное аккумулирование в емкости с последующей стабильной подачей далее. Для буферной емкости перед насосом (например, сырьевой емкости технологической установки) предпочтительно регулирование по оттоку. Основная технологическая задача такой емкости — сглаживать колебания в поставке сырья (нестабильный приток) и обеспечивать стабильную, непрерывную подачу на насос и далее на установку. Регулируя отток, мы гарантируем постоянный расход, подаваемый насосом, что критически важно для стабильной работы всей последующей технологической цепочки. Емкость в этом случае работает как демпфер, аккумулируя излишки притока и отдавая их при недостатке.				
94.	Дайте развернутый ответ. Опишите, в чем заключается основная	Основная трудность регулирования давления в разветвленной сети	Задание открытого типа с развернуты	10	4	2

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	трудность регулирования давления в сети общего пользования (например, магистральный газопровод) и какой принцип регулирования при этом часто применяется? Приведите пример функциональной схемы такого контура.	— это наличие множества точек отбора (потребления), которые являются независимыми и непредсказуемыми возмущениями. Эти возмущения распространяются по сети с высокой скоростью (скорость звука в газе), что приводит к быстрым и значительным колебаниям давления. Для компенсации таких возмущений часто применяется принцип регулирования по возмущению (компенсационное регулирование) в сочетании с обратной связью. Принцип: Помимо основного регулятора давления (PIC), измеряющего давление в ключевой точке сети, устанавливается датчик расхода (FE) на основном входе в сеть или на крупнейшем отборе. Сигнал от этого датчика расхода, характеризующий основное возмущение, подается на вход регулятора давления в виде коррекции. Таким образом, регулятор начинает изменять положение регулирующего клапана (например, на входе в сеть) не дожидаясь, когда изменение расхода отразится на давлении, а опережая это изменение. Пример функциональной схемы: FE → Сумматор → PIC →	м ответом			

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		PV (регулирующий клапан на входе). Датчик давления РТ также подключен к РИС по основной обратной связи. РИС вычисляет управляющее воздействие на основе и отклонения давления, и прогнозирующего сигнала по расходу.				
95.	Дайте развернутый ответ. Что такое «каскадное регулирование»? На конкретном примере регулирования температуры в реакторе с рубашечным охлаждением опишите структуру каскадной схемы, назовите ведущий (master) и ведомый (slave) контуры и объясните преимущества такого подхода.	Каскадное регулирование — это структура системы автоматического регулирования, в которой два регулятора соединены последовательно. Выходной сигнал одного регулятора (ведущего) является заданием (уставкой) для другого регулятора (ведомого). Применяется, когда на основной регулируемый параметр сильно влияет отдельное, вторичное возмущение. Пример — температура в реакторе (TIC-1) с рубашечным охлаждением: Ведущий (master) контур: Регулирует основной параметр — температуру реакционной массы. Датчик TE-1 измеряет ее, регулятор TIC-1 (master) вычисляет необходимое теплосъём. Ведомый (slave) контур: Регулирует вспомогательный параметр — расход хладагента через рубашку. Датчик FE-2 измеряет его. Регулятор FIC-2 (slave) получает уставку от выхода TIC-1 и поддерживает	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	2

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		заданный расход. Структура: ТЕ-1 → ТІС-1 (мастер) → Уставка для → FIC-2 (слейв) → FV-2 (клапан на хладагенте) → FE-2 (обратная связь по расходу). Преимущества: Подавление возмущений в ведомом контуре: Колебания давления хладагента в сети немедленно компенсируются быстрым FIC-2 по расходу, не дожидаясь, пока они изменят температуру в реакторе и сработает медленный ТІС-1. Повышение быстродействия: Ведомый контур (расход) обычно имеет меньшую инерционность, чем ведущий (температура). Линеаризация объекта: Ведомый контур делает общую передаточную функцию более предсказуемой для ведущего регулятора.				
96.	Дайте развернутый ответ. Объясните, почему для регулирования расхода чаще всего выбирают пропорционально-интегральный (ПИ) закон регулирования, а не простой пропорциональный (П)? В чем физический смысл интегральной составляющей в этом контуре?	Пропорциональный (П) регулятор расхода обладает существенным недостатком: при любом изменении нагрузки (например, перепада давления на клапане) для поддержания нового расхода клапан должен занять новое положение. Так как выход регулятора пропорционален отклонению, то для ненулевого выходного сигнала требуется постоянное отклонение расхода от уставки. Это	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	2

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		приводит к статической ошибке (остаточному отклонению). ПИ-регулятор ликвидирует этот недостаток. Физический смысл интегральной (И) составляющей заключается в том, что она продолжает изменять управляющий сигнал до тех пор, пока ошибка регулирования не станет равной нулю. Интеграл накапливает (суммирует) прошлые ошибки во времени. Даже при очень маленьком, но длительном отклонении расхода, интегральная составляющая будет медленно нарастать (или убывать), сдвигая клапан до того положения, при котором расход точно сравняется с уставкой, и пропорциональная составляющая станет нулевой. Таким образом, ПИ-закон обеспечивает высокое быстродействие (за счет П-составляющей) и нулевую статическую ошибку (за счет И-составляющей), что идеально соответствует требованиям к контуру расхода: точное поддержание заданного значения при переменных гидравлических условиях.				
97.	Дайте развернутый ответ. Опишите типовую схему регулирования температуры на выходе из теплообменника «пар-	Типовая схема: Температура нагреваемой жидкости на выходе из теплообменника измеряется датчиком ТЕ. Сигнал поступает	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	2

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	жидкость». Какое регулирующее воздействие выбирается и почему? Какой тип регулирующего клапана (нормально-открытый или нормально-закрытый) следует выбрать для безопасности и почему?	на регулятор ТИС. Выходной сигнал ТИС управляет регулирующим клапаном на линии подачи греющего пара в теплообменник. Выбор регулирующего воздействия: Воздействие на расход пара является самым эффективным, так как количество теплоты, передаваемое жидкости, прямо пропорционально расходу конденсирующегося пара. Это позволяет быстро и точно влиять на температуру. Выбор типа клапана (НО или НЗ) — вопрос безопасности: Необходимо проанализировать аварийную ситуацию. Наиболее опасная ситуация: Перегрев продукта, ведущий к его разложению, повышению давления, порче оборудования. При прекращении подачи энергии (сжатого воздуха на привод): Клапан должен принять положение, минимизирующее опасность. Решение: Для прекращения нагрева при аварии необходимо перекрыть подачу пара. Следовательно, клапан должен быть нормально-закрытый (НЗ). При пропадании управляющего сигнала или воздуха такой клапан закроется под действием пружины и				

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		прекратит нагрев, предотвращая перегрев.				
98.	Дайте развернутый ответ. Что такое «соотношение расходов» и в каких технологических процессах ТЭК регулирование этого параметра является критически важным? Приведите пример функциональной схемы такого контура и опишите принцип его работы.	Соотношение расходов — это поддержание постоянного заданного отношения значений двух (или более) потоков веществ. Критически важно в процессах, где строгое соблюдение стехиометрии или технологического режима напрямую влияет на безопасность, выход продукта или его качество. Критичные процессы в ТЭК: Процессы горения в печах: Соотношение «топливо/воздух» (FFC — Fuel-to-Air Ratio Control). Определяет полноту сгорания, экономичность и предотвращает образование сажи или опасных выбросов. Каталитические процессы (гидроочистка, гидрокрекинг): Соотношение «водородсодержащий газ/сырье» (FFC). Влияет на скорость реакции, селективность, предотвращение коксования катализатора. Процессы смешения (компаундирования): Соотношение потоков различных компонентов для получения товарного продукта (например, моторного топлива). Пример схемы (соотношение водород/сырье):	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	2

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		Основной (ведомый) поток: Сырье. Его расход измеряется FE-1 и регулируется FIC-1 с постоянной уставкой. Ведомый поток: Водородсодержащий газ (ВСГ). Его расход измеряется FE-2. Регулятор соотношения FFIC-3: Получает сигналы от обоих расходомеров. Вычисляет фактическое соотношение $K = F2 / F1$. Сравнивает его с заданным оператором значением. Выход FFIC-3 является уставкой для регулятора расхода ВСГ FIC-2, который, в свою очередь, управляет клапаном на линии ВСГ. Принцип: Если расход сырья (F1) изменяется (возмущение), FFIC-3 мгновенно пересчитывает и изменяет уставку для FIC-2, чтобы расход ВСГ (F2) изменился пропорционально, сохраняя соотношение K постоянным.				
99.	Дайте развернутый ответ. Объясните назначение и принцип работы системы аварийной защиты (АСБ) по уровню в емкости с легковоспламеняющейся жидкостью. Какие датчики используются и какие логические действия должны быть выполнены при срабатывании сигнализации верхнего аварийного уровня (LАН)?	Назначение: Предотвращение перелива легковоспламеняющейся жидкости (ЛВЖ) за пределы емкости, что может привести к разливу, образованию взрывоопасной паровоздушной смеси, пожару и катастрофе. Принцип работы и датчики: Датчики: Используются независимые от рабочего регулятора	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	2

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		уровня LIC датчики аварийной сигнализации. Обычно это сигнализаторы уровня (LSH или LAN), работающие по принципу «есть/нет уровень». Часто применяется двойное или тройное резервирование (например, два сигнализатора LAN-1 и LAN-2 с логикой «ИЛИ»). Логика действий при срабатывании LAN: Первичное действие (первый уровень защиты): Подача команды на закрытие отсечного клапана XV на линии притока в емкость. Это останавливает поступление жидкости. Вторичное действие (второй уровень защиты): Если перелив продолжается (например, из-за неисправности клапана XV), срабатывает сигнал сверхвысокого уровня LANH, который инициирует: Автоматический пуск аварийного насоса на перекачку в резервную емкость. И/или открытие аварийного сбросного клапана в безопасную систему. Сопутствующие действия: Включение световой и звуковой сигнализации на щите оператора и в цехе. Возможна автоматическая активация систем пожароподавления (пенные оросители) вокруг емкости.				

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
100.	Дайте развернутый ответ. В чем заключается основная проблема регулирования температуры в крупнотоннажном аппарате с большой инерционностью (например, в массе катализатора в реакторе)? Какой закон регулирования (П, ПИ, ПИД) наиболее применим в таком случае и почему?	Основная проблема — большая тепловая инерционность и значительное транспортное запаздывание. Изменение расхода теплоносителя (или хладагента) не приводит к мгновенному изменению температуры в контролируемой точке. Между действием и откликом существует задержка по времени. Это приводит к тому, что обычный ПИ-регулятор начинает действовать с опозданием, что вызывает значительные колебания (перерегулирование) и длительный переходный процесс. Наиболее применим ПИД-закон регулирования. П-составляющая реагирует на текущее отклонение. И-составляющая ликвидирует статическую ошибку. Ключевая роль Д-составляющей (дифференциальной) : Она вырабатывает управляющее воздействие, пропорциональное скорости изменения отклонения температуры. Физически это означает, что регулятор начинает «предвидеть» будущее поведение температуры. Если температура начала быстро падать (отрицательная скорость), Д-составляющая дает опережающий сигнал на увеличение	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	2

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		нагрева еще до того, как отклонение станет большим. Это позволяет компенсировать инерционность объекта, сгладить колебания и значительно сократить время выхода на уставку. Для особо сложных объектов с большой задержкой могут применяться более сложные схемы (каскадные, с прогнозирующими моделями), но базовым и наиболее распространенным является именно ПИД-регулятор.				
101.	Дайте развернутый ответ. Опишите, как организовано регулирование давления в верхней части ректификационной колонны и почему это так важно для процесса разделения. Какие типы регуляторов могут использоваться (на выходе паров или на входе орошения) и в чем их различие?	Давление в колонне — фундаментальный параметр, определяющий температуру кипения компонентов смеси. Стабильное давление означает стабильную температуру на тарелках, что, в свою очередь, является гарантией получения продукта заданного фракционного состава и чистоты. Колебания давления мгновенно приводят к смещению температурного профиля и ухудшению качества продуктов. Способы регулирования: Регулирование на выходе паровой фазы (наиболее прямой способ): Регулятор давления PIS воздействует на клапан в линии отвода паров с верха колонны (перед конденсатором). Принцип: Чтобы снизить давление в колонне, клапан приоткрывается, увеличивая отвод	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	2

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		паров. Чтобы повысить давление — клапан прикрывается. Этот метод быстродействующий и эффективный. Регулирование на входе орошения (косвенный способ): Регулятор давления PIS воздействует на клапан на линии подачи флегмы (орошения) в колонну. Принцип: Увеличение подачи холодного орошения усиливает конденсацию паров в колонне, что приводит к снижению давления. Уменьшение орошения давление повышает. Этот метод медленнее, но тесно связан с тепловым балансом. Различие: Первый способ напрямую управляет количеством выводимой паровой фазы и является основным. Второй способ влияет на давление через изменение теплового баланса и часто используется в каскадных схемах, где регулятор давления (master) изменяет уставку регулятору расхода орошения (slave), что позволяет точнее управлять не только давлением, но и составом дистиллята.				
102.	Дайте развернутый ответ. Что такое «переход с ручного на автоматический режим регулирования («бесшумный» бэкклаш) и почему эта процедура важна? Опишите последовательность действий оператора	«Бесшумный» бэкклаш (Bumpless Transfer) — это процедура переключения регулятора с ручного на автоматический режим (и обратно) без скачка (рывка) управляющего сигнала, который мог бы вызвать опасное возмущение	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	2

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	для корректного перевода регулятора с ручного (MAN) на автоматический (AUTO) режим.	технологического процесса. Важность: Резкое изменение сигнала на исполнительный механизм (клапан) при некорректном переключении может привести к скачку давления, температуры, расхода, нарушить технологический режим, вызвать срабатывание аварийных защит или даже аварию. Последовательность корректного перевода с MAN на AUTO: Стабилизация процесса: Оператор в ручном режиме (MAN) вручную управляет выходным сигналом (например, изменяя % открытия клапана), добиваясь, чтобы регулируемый параметр (PV — Process Value) стабилизировался вблизи желаемого значения (заданной уставки — SP — Set Point). Совмещение уставок (Выравнивание): Перед переключением оператор должен убедиться, что текущее значение параметра (PV) равно или очень близко к уставке (SP). В современных цифровых регуляторах и PCSU это часто делается автоматически: при нахождении в режиме MAN внутренняя переменная уставки автоматически «следует» за значением PV. Переключение: Только после выполнения п.1 и п.2				

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		оператор переводит регулятор в режим AUTO. Поскольку в момент переключения $SP = PV$ (ошибка регулирования $E = SP - PV \approx 0$), выходной сигнал регулятора не совершает скачка, а остается на том же значении, которое было установлено вручную. Дальнейшее регулирование происходит автоматически, без возмущающего воздействия. Таким образом, ключевое условие — равенство уставки и текущего значения параметра в момент переключения.				
103.	Дайте развернутый ответ. Объясните, почему регулирование температуры в экзотермическом реакторе (например, реактор гидроочистки) является задачей повышенной сложности и опасности. Какие две основные стратегии регулирования применяются для предотвращения "теплового убегания"?	Регулирование температуры в экзотермическом реакторе сложно и опасно из-за положительной обратной связи в системе: рост температуры увеличивает скорость экзотермической реакции, что, в свою очередь, вызывает дальнейший рост температуры. Этот самоускоряющийся процесс, называемый "тепловым убеганием" (runaway), может привести к разгерметизации аппарата, взрыву и катастрофе. Для его предотвращения применяются две ключевые стратегии: Каскадное регулирование (Cascade Control): Основной контур по температуре реакционной массы (ведущий регулятор, TIC-master) связан с более быстрым внутренним контуром,	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	3

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		например, по расходу хладагента в рубашке или температуре на выходе из рубашки (ведомый регулятор, TIC/FIC-slave). Это позволяет быстро подавлять возмущения в системе охлаждения до того, как они повлияют на ядро реакции. Регулирование с коррекцией по возмущению (Feedforward Control): Устанавливаются датчики на основные входные потоки (расход сырья, его температура, концентрация активного компонента). Сигналы от этих датчиков поступают в модель регулятора, которая заранее рассчитывает необходимое изменение отвода тепла при изменении входных параметров, обеспечивая опережающее управление.				
104.	Дайте развернутый ответ. Опишите типовую схему регулирования давления в непрерывном реакторе идеального смешения (CSTR), где одним из продуктов является газ. Почему важно поддерживать давление в таком реакторе постоянным и какое регулирующее воздействие при этом используется?	В газообразующих процессах (например, крекинг, дегидрирование) давление в CSTR напрямую влияет на: Концентрацию газообразных реагентов (через парциальное давление). Равновесие реакции (согласно принципу Ле Шателье). Скорость газовыделения и, следовательно, на гидродинамику (в реакторах с барботажем). Типовая схема: Регулятор давления PIC, получающий	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	3

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		сигнал от датчика РТ в верхней части реактора, воздействует на регулирующий клапан в линии отвода парогазовой фазы на выходе из реактора (перед конденсатором или сепаратором). Принцип работы: Для снижения давления клапан приоткрывается, увеличивая отвод газовой фазы. Для повышения давления — прикрывается, позволяя газу аккумулироваться. Это наиболее прямой и быстрый способ. Важность поддержания постоянства: Стабильное давление обеспечивает постоянные кинетические и термодинамические условия протекания реакции, что критически важно для воспроизводимости выхода и селективности целевого продукта. Колебания давления вызывают колебания концентраций и могут сместить равновесие в сторону нежелательных побочных продуктов.				
105.	Дайте развернутый ответ. Что такое "холодный квалент" (cold shot) и в каких типах химических реакторов он применяется для регулирования температуры? Опишите преимущества и недостатки этого метода по сравнению с регулированием через рубашку/змеевик охлаждения.	Холодный квалент — это метод регулирования температуры в адиабатическом реакторе (чаще всего с неподвижным слоем катализатора) путем впрыска части исходного холодного сырья на разные высоты слоя катализатора. Принцип применения: В экзотермическом реакторе температура по	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	3

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		высоте слоя растёт. Для предотвращения перегрева катализатора и выравнивания температурного профиля в реакторе предусмотрены несколько зон ввода холодного сырья. Регуляторы температуры (TIC), установленные на разных уровнях, управляют клапанами на линиях подачи холодного квалента в свою зону. Сравнение с рубашечным охлаждением: Преимущества холодного квалента: Простота конструкции: Нет сложных внутренних теплообменных элементов (змеевиков) в зоне катализатора. Высокая эффективность: Холодное сырьё мгновенно смешивается с реакционной смесью, обеспечивая быстрое локальное охлаждение. Выравнивание температурного профиля: Позволяет управлять формой "тепловой волны" в слое. Недостатки холодного квалента: Снижение общей конверсии: Добавление непрореагировавшего сырья разбавляет реакционную смесь и может снизить степень превращения на выходе. Усложнение кинетики:				

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		Точечное введение сырья создает неоднородность концентраций. Не применим для изотермических реакторов, где требуется точное поддержание единой температуры по всему объему.				
106.	Дайте развернутый ответ. Для реактора полимеризации в растворе критически важным является поддержание определенной вязкости реакционной массы. Опишите, как можно организовать косвенное регулирование этого параметра, и какие технологические переменные при этом обычно выбирают в качестве регулирующего воздействия.	Прямое непрерывное измерение вязкости в реакторе сложно и ненадежно. Поэтому применяют косвенные методы регулирования, основанные на корреляции между вязкостью и другими, легкоизмеримыми параметрами. Основные косвенные параметры и регулирующие воздействия: Температура реактора (TIC): При прочих равных, повышение температуры снижает вязкость полимерного раствора. Регулирование температуры через рубашку/змеевик является основным, но грубым методом. Концентрация мономера: Регулируется через его расход (FIC) или парциальное давление в реакторе (если процесс газожидкостный). Снижение концентрации мономера замедляет рост цепей и может снизить вязкость. Концентрация инициатора/катализатора (FFC или дозирование): Увеличение их подачи ускоряет образование новых цепей, что при прочих	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	3

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		равных может снизить среднюю молекулярную массу и, следовательно, вязкость. Концентрация агента передачи цепи (FFC или дозирование): Это наиболее прямое и эффективное косвенное воздействие. Агент передачи цепи (СТА) преднамеренно обрывает растущие полимерные цепи. Увеличение его подачи приводит к уменьшению длины цепей и резкому снижению вязкости реакционной массы. Таким образом, система регулирования строится вокруг поддержания заданной температуры, давления и, главное, — соотношения расходов мономер/инициатор/агент передачи цепи, что в итоге и определяет вязкость (молекулярно-массовое распределение).				
107.	Дайте развернутый ответ. Опишите структуру и принцип работы системы аварийного останова (Emergency Shutdown System - ESD) экзотермического реактора. Какие минимум три ключевых параметра обычно отслеживаются этой системой и какие действия инициируются при их аварийных значениях?	Система ESD реактора — это независимая от базовой системы регулирования (BPCS) система безопасности, построенная на отказоустойчивой логике (часто 2oo3 — "два из трех") и предназначенная для приведения реактора в безопасное состояние при возникновении опасных отклонений. Ключевые отслеживаемые параметры и действия: Аварийно-высокая	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	3

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		температура (ТАНН): Действие: Немедленная подача ингибитора реакции в реактор (специальная присадка, останавливающая катализ или цепную реакцию) и отключение подачи сырья (закрытие отсечных клапанов XV на линиях сырья и рецикла). Аварийно-высокое давление (РАНН): Действие: Сброс давления через линию аварийного сброса в факельную систему или замкнутый газгольдер. Параллельно часто также отключается подача сырья. Аварийно-низкий расход циркулирующего теплоносителя или хладагента (FALL): Действие: Отключение реактора, так как нарушен основной механизм отвода тепла. Закрытие клапанов на входе сырья, остановка циркуляционных насосов. Общая последовательность ESD: При срабатывании любого из этих или других аварийных сигналов система выполняет запрограммированную последовательность останова (Shutdown Sequence): 1) Подача ингибитора; 2) Отключение сырья; 3) Обеспечение продувки реактора инертным газом; 4) Перевод системы				

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		охлаждения в аварийный режим. Всё это происходит автоматически, без вмешательства оператора.				
108.	Дайте развернутый ответ. В чем заключаются особенности регулирования процессов в реакторах с псевдооживленным слоем катализатора (FCC, полимеризация)? Какие параметры, кроме температуры и давления, необходимо контролировать и регулировать для поддержания устойчивого псевдооживления?	Особенность таких реакторов — наличие подвижной границы раздела фаз (газ-твердое тело или жидкость-твердое тело), от состояния которой зависит эффективность тепло- и массообмена. Ключевые параметры для устойчивого псевдооживления: Скорость газа/жидкости в реакторе (FIC): Должна находиться в узком диапазоне между минимальной скоростью псевдооживления и скоростью уноса. Регулируется изменением расхода псевдооживляющего агента. Перепад давления на слое (PdPI): Является прямым индикатором высоты и плотности псевдооживленного слоя. Постоянный перепад давления означает стабильность слоя. Часто используется для каскадного регулирования: регулятор перепада давления (PdIC) изменяет уставку регулятору расхода псевдооживляющего агента. Уровень раздела фаз (интерфейса) между плотным слоем и разбавленной фазой: Измеряется с помощью датчиков LT (например, гамма-лучевых, дифференциального давления). Его	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	3

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		стабилизация (LIC) через регулирование отвода катализатора или расхода агента критически важна для предотвращения уноса катализатора в следующий аппарат. Циркуляция катализатора: В установках FCC регулируется скорость циркуляции между реактором и регенератором, что напрямую влияет на тепловой баланс и активность катализатора. Таким образом, помимо классических TIC и PIC, система автоматизации такого реактора обязательно включает контуры регулирования FIC, PdIC/LIC и системы контроля циркуляции твердой фазы.				
109.	Дайте развернутый ответ. Объясните понятие "пространственно-распределенное регулирование" применительно к промышленным трубчатым реакторам (например, пиролизным змеевикам). Как организуется система управления таким объектом?	Трубчатый реактор представляет собой распределенный параметрический объект: его состояние (температура, концентрация, конверсия) изменяется вдоль длины трубы. Нельзя говорить об одной температуре реактора — существует температурный профиль по длине. Организация системы управления: Многоточечное измерение: Вдоль реактора (змеевика) устанавливается несколько датчиков температуры наружной стенки трубы (ТТ-1, ТТ-2, ... ТТ-N) и, если возможно, температуры среды внутри.	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	3

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		Зонированный подвод тепла: Реактор разбит на несколько независимых зон обогрева (например, в печи), каждая со своим регулирующим клапаном на топливе или своим горелочным блоком. Распределенное регулирование: Каждая зона имеет свой регулятор температуры (TIC-1, TIC-2...), получающий сигнал от "своего" датчика. Регуляторы воздействуют на клапаны в своих зонах. Однако, регуляторы не являются независимыми. Часто применяется каскадная схема, где ключевой регулятор по температуре на выходе из реактора (TIC-master) задает общую уставку для всех зональных регуляторов (TIC-slave), а они, в свою очередь, могут иметь индивидуальные корректировки. Цель управления: Поддерживать не просто среднюю температуру, а заданный температурный профиль (градиент) по длине реактора. Это обеспечивает оптимальную кинетику: быстрое достижение температуры реакции в начале, поддержание ее в середине и возможно, снижение в конце для предотвращения побочных реакций.				
110.	Дайте развернутый ответ.	Основная трудность регулирования pH	Задание открытого	10	4	3

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	Для регулирования pH среды в проточном реакторе нейтрализации используется специфический тип регулятора. Опишите, в чем заключается основная трудность регулирования этого параметра и какой закон регулирования (линейный ПИД или нелинейный, например, с переменной структурой) является более предпочтительным и почему.	заключается в крайней нелинейности титровальной кривой. В районе точки нейтральности (pH=7) коэффициент усиления объекта (чувствительность pH к количеству реагента) максимален и может изменяться в сотни раз при небольшом сдвиге pH. В кислой и щелочной областях чувствительность, наоборот, очень мала. Это означает, что один и тот же расход реагента будет давать разный эффект в зависимости от текущей точки на кривой. Предпочтительный закон регулирования: Классический линейный ПИД-регулятор с постоянными настройками здесь работает плохо: В зоне высокой чувствительности он будет вызывать сильные колебания (перерегулирование). В зонах низкой чувствительности он будет очень медленным. Поэтому применяют нелинейные и адаптивные алгоритмы: ПИД1-регулятор с переменным коэффициентом усиления: Коэффициент усиления регулятора K_p автоматически уменьшается, когда система приближается к точке нейтральности (где усиление объекта велико), и	типа с развернутым ответом			

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		увеличивается в кислой/щелочной зонах. Регуляторы с нелинейной характеристикой: Используется заранее известная титровальная кривая для преобразования сигнала рассогласования по pH в нелинейный управляющий сигнал. Каскадные схемы: Иногда используется внутренний быстрый контур по расходу реагента, а внешний медленный контур по pH задает ему уставку, что несколько сглаживает нелинейность.				
111.	Дайте развернутый ответ. Что такое "реактор-регенератор" (каталитический крекинг) и в чем заключается специфика регулирования такой связи? Каким образом организуется управление тепловым балансом между двумя аппаратами?	Реактор-регенератор — это система из двух аппаратов, соединенных линиями циркуляции катализатора. В реакторе происходит собственно процесс крекинга, сопровождающийся коксованием катализатора. Отработанный катализатор непрерывно поступает в регенератор, где кокс выжигается воздухом, восстанавливая активность катализатора. Горячий регенерированный катализатор возвращается в реактор, принося с собой тепло для эндотермической реакции крекинга. Специфика регулирования: Это сильно связанная система, где ключевым является управление циркуляцией катализатора и тепловым балансом.	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	3

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		Организация управления тепловым балансом: Температура реактора (TIC): Поддерживается за счет температуры и скорости потока регенерированного катализатора. Это основной канал теплоподвода. Температура регенератора (TIC): Поддерживается за счет расхода воздуха на горение (FIC) и количества поступающего коксованного катализатора. Скорость циркуляции катализатора: Управляется обычно пневмотранспортом или специальными клапанами. Является главным регулирующим воздействием для теплового баланса. Увеличение циркуляции повышает приток тепла в реактор, но также может снизить время пребывания сырья и изменить селективность. Принцип: Система управления непрерывно решает оптимизационную задачу: регулируя циркуляцию катализатора, она поддерживает нужную температуру в реакторе для заданной конверсии, одновременно контролируя температуру в регенераторе для полного сжигания кокса без перегрева катализатора. Часто применяются многоконтурные и каскадные схемы, где				

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		регуляторы температур двух аппаратов косвенно влияют на задание для системы регулирования циркуляции.				
112.	Дайте развернутый ответ. Опишите принцип "адаптивного регулирования" применительно к химическому реактору, активность катализатора в котором постепенно снижается (например, в процессе гидроочистки). Как может быть организована система управления, компенсирующая эту дезактивацию?	Адаптивное регулирование — это такое регулирование, при котором параметры (настройки) регулятора автоматически изменяются в соответствии с изменяющимися во времени динамическими характеристиками объекта управления. Применительно к реактору с дезактивирующимся катализатором: По мере дезактивации катализатора для поддержания той же степени конверсии или того же качества продукта необходимо ужесточать режим: повышать температуру и/или давление. Организация системы, компенсирующей дезактивацию: Прямая адаптация по выходному параметру (качество продукта): На выходе реактора установлен онлайн-анализатор (например, хроматограф, измеряющий содержание серы в гидроочищенном продукте). Его сигнал подается в адаптивный регулятор. Если содержание серы начинает расти (признак дезактивации), регулятор	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	3

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		автоматически, по заранее заданному алгоритму, увеличивает уставку для регулятора температуры (TIC). Температура реактора повышается, что компенсирует падение активности и возвращает содержание серы к норме. Косвенная адаптация по технологическим признакам: При отсутствии анализатора используется косвенная модель. Например, для поддержания постоянной конверсии при дезактивации необходимо линейно повышать температуру или соотношение H₂/сырье. Оператор или верхний уровень АСУ ТП вручную или автоматически по временному графику увеличивает уставки для соответствующих контуров. Самонастраивающиеся (Self-Tuning) регуляторы: Более сложные системы постоянно идентифицируют модель объекта (например, по реакции на тестовые возмущения) и автоматически пересчитывают настройки ПИД-регулятора (K_p, T_i, T_d), подстраиваясь под меняющуюся динамику реактора. Таким образом, адаптивная система не просто поддерживает постоянную температуру, а				

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		поддерживает постоянное качество продукта, изменяя температуру (давление) в ответ на деградацию катализатора.				
113.	Дайте развернутый ответ. Объясните, почему при регулировании температуры технологического потока в теплообменнике «жидкость-жидкость» часто применяют каскадную схему, а не простой одноконтурный регулятор. Опишите структуру такой каскадной схемы, указав, какой параметр является ведущим (master), а какой — ведомым (slave), и в чем преимущество этого подхода.	Одноконтурный регулятор температуры (TIC) в таком теплообменнике напрямую управляет клапаном на линии теплоносителя. Основная проблема — большая инерционность (тепловая емкость аппарата, труб, среды) и наличие возмущений в контуре теплоносителя (колебания его давления, температуры на входе). Простой регулятор будет медленно и неточно компенсировать эти возмущения, что приведет к колебаниям температуры целевого продукта. Каскадная схема решает эту проблему. Ее структура: Ведущий (master) контур: Регулирует основную технологическую переменную — температуру целевого продукта на выходе из теплообменника. Датчик TE-1, регулятор TIC-1 (master). Ведомый (slave) контур: Регулирует вспомогательную, но быструю переменную — расход (или температуру на выходе) теплоносителя. Датчик FE-2 (или TE-2), регулятор FIC-2 (slave).	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	4

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		Связь: Выходной сигнал регулятора TIC-1 (мастер) является заданием (уставкой SP) для регулятора FIC-2 (слейв). Преимущества: Подавление возмущений в контуре теплоносителя: Колебания давления в линии теплоносителя немедленно компенсируются быстрым контуром расхода FIC-2, не успевая оказать влияние на медленно меняющуюся температуру продукта. Повышение быстродействия всей системы: Контур расхода имеет малую инерционность и быстро обрабатывает команды мастера. Линеаризация объекта: Ведомый контур «заворачивает» нелинейные характеристики клапана и гидравлики в быстрый и предсказуемый сервоконтур, с которым уже работает мастер-регулятор.				
114.	Дайте развернутый ответ. Опишите принцип работы и назначение трехходового регулирующего клапана в системе регулирования температуры. В каких двух основных схемах он применяется и чем они отличаются с технологической точки зрения?	Трехходовой клапан — это регулирующий орган с одним входным и двумя выходными патрубками (или наоборот). Его назначение — изменять соотношение потоков между двумя линиями без изменения общего расхода, что идеально подходит для задач	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	4

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		термостатирования. Две основные схемы применения: Схема смешения (Mixing): Горячий и холодный потоки подаются на два входа клапана, а смешанный поток заданной температуры отводится с общего выхода. Регулятор температуры (TIC) изменяет положение затвора, определяя пропорцию смешивания. Технологическая особенность: Обеспечивает плавное и точное регулирование температуры на выходе. Часто используется для поддержания температуры технологического потока, поступающего в аппарат (например, в реактор, колонну). Схема распределения (Diverting): Поток теплоносителя из одного источника (например, из котла) подается на общий вход клапана. Два выхода распределяют его: один — напрямую в потребитель (байпасная линия), другой — через теплообменник (охладитель или подогреватель), после чего потоки снова соединяются. Технологическая особенность: Обеспечивает регулирование температуры за счет изменения доли потока, проходящего через теплообменный аппарат. Позволяет				

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		поддерживать постоянный общий расход в первичном контуре (например, в котловой воде), что важно для работы насосов и самого котла. Отличие: В первом случае клапан управляет температурой, изменяя состав потока, во втором — изменяет долю потока, подвергающуюся теплообмену при постоянной температуре источника.				
115.	Дайте развернутый ответ. При регулировании температуры в трубчатой печи (например, на установке АВТ) почему недостаточно просто регулировать расход топлива по температуре выходящего сырья? Какие дополнительные контуры регулирования являются обязательными для обеспечения эффективного и безопасного сжигания топлива?	Прямой контур «температура сырья — расход топлива» (TIC → клапан на топливе) является основным, но не достаточным, потому что он не контролирует качество процесса горения внутри печи. Неконтролируемое горение приводит к: Недожогу: Избыток топлива, образование сажи (копот), падение КПД, загрязнение змеевиков. Пережогу (избыток воздуха): Снижение КПД из-за уноса тепла с дымовыми газами, повышенное образование оксидов азота (NOx). Опасным режимам: Пламя может порваться или погаснуть, что приведет к накоплению несгоревшего топлива и взрыву. Обязательные дополнительные контуры: Регулирование	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	4

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		соотношения «воздух/топливо» (Air-to-Fuel Ratio Control): Реализуется как каскадная или соотносительная схема (FFC). Расход топлива (измеренный FE-топл) является ведущим сигналом. Регулятор соотношения вычисляет задание для регулятора расхода воздуха (FIC-возд), поддерживая оптимальный коэффициент избытка воздуха (обычно 1.1-1.2). Регулирование разрежения в топке (PdIC): Поддерживает стабильную тягу, предотвращая выбивание пламени из горелок на рабочую площадку и обеспечивая полный отвод дымовых газов. Воздействует обычно на заслонку дымососа. Система контроля и защиты пламени (Flame Safety System): Датчики пламени на каждой горелке. При пропадании пламени система блокирует подачу топлива на эту горелку, предотвращая взрыв.				
116.	Дайте развернутый ответ. Что такое «тепловая схема» котельной установки и как в ней организовано регулирование? Опишите иерархию контуров регулирования: от поддержания уровня в барабане до горения в топке.	Тепловая схема — это взаимосвязь основного и вспомогательного оборудования котельной (котел, экономайзер, пароперегреватель, деаэратор, подогреватели) по рабочим средам (вода, пар, топливо, воздух, дымовые газы). Регулирование в ней построено по иерархическому (каскадному) принципу.	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	4

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		Иерархия контуров регулирования (снизу вверх): Базовый уровень (контур питания котла): Регулирование уровня воды в барабане котла (LIC). Это критически важный для безопасности контур. Воздействует на клапан подачи питательной воды. Часто является ведомым в каскаде. Уровень теплосъема/паросъема (основной контур): Регулирование давления пара в барабане (PIC). Это главный показатель баланса между теплогенерацией в топке и теплосъемом потребителями. Регулятор давления является ведущим (master) для двух нижних контуров: Для контура горения: Выход PIC задает уставку регулятору расхода топлива (FIC-топл). Для контура питания: Выход PIC может корректировать уставку регулятору уровня в барабане (LIC) (так как изменение давления пара влияет на уровень). Уровень горения (оптимизация): Регулятор расхода топлива (FIC-топл) становится ведущим (master) для регулятора соотношения «воздух/топливо» (FFC), который управляет расходом воздуха (FIC-возд). Параллельно работает				

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		независимый контур разрежения в топке (PdIC). Таким образом, изменение потребления пара (возмущение) приводит к изменению давления, что перестраивает подачу топлива, воздуха и в конечном итоге — питательной воды, поддерживая баланс и безопасность.				
117.	Дайте развернутый ответ. Объясните физический смысл дифференциальной составляющей (D-составляющей) в ПИД-регуляторе температуры. На примере нагревательной печи опишите, как эта составляющая помогает улучшить качество регулирования при резких изменениях нагрузки.	Дифференциальная составляющая (D) формирует управляющее воздействие, пропорциональное скорости изменения ошибки регулирования (первой производной от отклонения de/dt). Физический смысл: D-составляющая дает регулятору способность «предвидеть» будущее поведение температуры. Она реагирует не на величину отклонения, а на то, как быстро это отклонение нарастает или уменьшается. Пример с печью: Допустим, в печь резко увеличили подачу холодного сырья (скачок нагрузки). ПИ-регулятор: Сработает только тогда, когда температура на выходе (PV) уже начнет ощутимо падать. Реакция будет запоздалой. ПИД-регулятор: В момент увеличения расхода сырья температура на выходе еще не изменилась (ошибка	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	4

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		$e = 0$), но скорость ее изменения уже стала отрицательной и большой ($de/dt \ll 0$). D-составляющая немедленно выдаст сильный дополнительный сигнал на увеличение подачи топлива, опережая развитие события. Результат: Температура либо не успеет значительно просесть, либо просадка будет минимальной. D-составляющая действует как демпфер, гася начальный бросок отклонения. Аналогия: Водитель, видя приближающийся поворот (скорость изменения направления), начинает плавно поворачивать руль заранее (D-действие), а не ждет, когда машина уже начнет выезжать с дороги (реакция ПИ-регулятора).				
118.	Дайте развернутый ответ. Для чего в системе регулирования температуры технологического процесса применяется так называемое «регулирование по возмущению» (feedforward control)? Приведите пример его использования для компенсации колебаний температуры входящего сырья в теплообменнике.	Регулирование по возмущению (feedforward) применяется для компенсации измеримых и значительных возмущений до того, как они успеют повлиять на основной регулируемый параметр. В отличие от обратной связи (feedback), которая борется с последствиями, feedforward пытается предотвратить само отклонение. Пример: Теплообменник, где сырье подогревается паром. Возмущение:	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	4

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		Температура входящего сырья (T_{in}). Регулируемый параметр: Температура выходящего сырья (T_{out}). Как это работает: Устанавливается дополнительный датчик TE_{in} на входе сырья в теплообменник. Сигнал от этого датчика и от датчика расхода сырья (FE) поступает в вычислительное звено (feedforward controller). Это звено, на основе простой тепловой модели (например, $Q = C_p \cdot F \cdot (T_{out} - T_{in})$), рассчитывает, какое количество тепла (пара) нужно добавить или убрать при данном изменении T_{in}, чтобы T_{out} осталась постоянной. Рассчитанная поправка суммируется с выходным сигналом основного ПИД-регулятора TIC, работающего по обратной связи от T_{out}. Если T_{in} упала, feedforward-звено мгновенно дает команду на увеличение подачи пара, еще до того как T_{out} начнет снижаться. Итог: Комбинированная система (feedforward + feedback) значительно эффективнее подавляет основное				

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		возмущение, обеспечивая более стабильную температуру на выходе, чем один лишь контур обратной связи.				
119.	Дайте развернутый ответ. Опишите проблему «гистерезиса» в системе регулирования температуры при использовании парового теплообменника и газового подогревателя. В чем ее причина и как она проявляется? Какие технические решения помогают снизить ее влияние?	Гистерезис в данном контексте — это несоответствие между положением регулирующего органа (клапана) и фактическим тепловым потоком, приводящее к неоднозначности и запаздыванию реакции системы. Проявляется как «залипание» температуры на одном значении при изменении уставки. Причины и проявления в разных аппаратах: В паровом теплообменнике: Основная причина — конденсация пара. При открытии клапана пар сначала заполняет объем аппарата, и только затем начинается эффективная конденсация и теплопередача. При закрытии — наоборот, пар перестает поступать, но уже находящийся в аппарате пар продолжает конденсироваться, отдавая тепло. Это приводит к тепловой инерции и нелинейности. В газовом подогревателе/печи: Причина — тепловая инерция огнеупорной футеровки и металла змеевиков. При увеличении подачи топлива требуется время на прогрев кладки, которая затем долго остывает. Это вызывает	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	4

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		перерегулирование и длительные колебания. Технические решения для снижения влияния: Использование ПИД-регулятора с правильными настройками: D-составляющая помогает бороться с инерционностью. Применение каскадного регулирования: Быстрый внутренний контур (например, по давлению пара перед аппаратом или по температуре дымовых газов) уменьшает влияние нелинейностей самого теплообмена. Использование более точных и быстродействующих исполнительных механизмов: Позиционеры на клапанах, электрические приводы с обратной связью по положению. Модернизация оборудования: Уменьшение внутренних объемов (для паровых аппаратов), применение более легкой футеровки (для печей).				
120.	Дайте развернутый ответ. Что такое «температурный напор» в теплообменном аппарате и почему его важно учитывать при выборе стратегии регулирования? Как можно регулировать температуру продукта, воздействуя на температурный напор?	Температурный напор (ΔT, "дельта Т") — это средняя разность температур между горячим и холодным теплоносителями в теплообменнике. Он является движущей силой процесса теплопередачи: количество передаваемой теплоты Q прямо пропорционально	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	4

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		коэффициенту теплопередачи K, площади F и температурному напору ΔT (уравнение $Q = K * F * \Delta T$). Важность учета: При постоянных K и F управлять теплопередачей можно только изменяя ΔT. Поэтому стратегия регулирования должна быть направлена на управление этой разностью. Способы регулирования температуры продукта через ΔT: Изменение температуры греющей/охлаждающей среды: Самый прямой способ. Регулирующий клапан на линии пара (для нагрева) или охлаждающей воды/рассола (для охлаждения) изменяет их расход, что меняет температуру на входе в аппарат и, следовательно, ΔT. Изменение расхода регулируемого продукта: Если снизить расход целевого продукта при постоянной мощности (постоянном Q), его температура на выходе будет сильнее изменяться (большой нагрев или охлаждение), что эквивалентно изменению ΔT для данного потока. Однако этот способ часто нежелателен, так как нарушает технологический график. Изменение расхода				

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		второго теплоносителя (при противотоке/прямотоке): Изменение расхода одного из потоков меняет его температуру на выходе и, как следствие, профиль температур по длине аппарата, влияя на средний ΔT. Таким образом, большинство контуров ТИС в теплообменниках, по сути, являются регуляторами, поддерживающими заданный температурный напор, необходимый для съема или подвода определенного количества тепла.				
121.	Дайте развернутый ответ. Опишите принцип работы системы утилизации тепла (Heat Recovery Steam Generator – HRSG) в составе газотурбинной установки (ГТУ). Какие параметры и как необходимо регулировать для эффективной и безопасной генерации пара на «остром» (быстро меняющемся) тепловом потоке дымовых газов?	HRSG – это котел-утилизатор, который использует тепло выхлопных газов ГТУ (температура 450-600°C) для генерации пара. Специфика в том, что тепловой поток от ГТУ крайне нестабилен (меняется при изменении нагрузки турбины), а в паровом контуре необходима стабильность. Ключевые регулируемые параметры и методы: Регулирование уровня воды в барабане (LIC): Критически важно. Возмущения по паросъему очень резкие. Применяются каскадные схемы, где регулятор уровня (LIC-master) задает уставку регулятору расхода питательной воды (FIC-slave). Часто используется трехэлементное регулирование: регулятор уровня	Задание открытого типа с развернутым ответом	10	4	4

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		учитывает не только сам уровень, но и расходы пара и питательной воды для опережающего управления. Регулирование температуры перегретого пара: Осуществляется в пароперегревателе. Основной метод — впрыск питательной воды (аттенюатор) между его ступенями. Регулятор температуры пара (TIC) управляет клапаном на линии впрыска. Это быстрое и эффективное средство для компенсации резких изменений температуры газов. Регулирование давления пара (PIC): Осуществляется клапаном на выходе пара из барабана или пароперегревателя. При резком сбросе нагрузки ГТУ давление пара может взлететь, поэтому важен быстродействующий регулятор и предохранительные клапаны. Защита от низкотемпературной коррозии: Необходимо поддерживать температуру уходящих газов выше точки росы кислот, содержащихся в них. Контролируется температурой воды/питательной воды на входе в экономайзер. Для этого может использоваться байпасная линия вокруг экономайзера или рециркуляция горячей воды.				
122.	Дайте развернутый ответ.	Особенность вакуумной колонны	Задание открытого	10	4	4

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	В чем заключается особенность регулирования температуры в вакуумной ректификационной колонне (например, на установке вакуумного газойля)? Почему прямое регулирование давления в такой колонне является приоритетной задачей для стабилизации температурного профиля?	заключается в том, что при глубоком вакууме (остаточное давление 20-100 мм рт. ст.) температура кипения тяжелых углеводородов сильно зависит от давления. Незначительное изменение давления приводит к значительному изменению температуры кипения (градиент может составлять 5-10°C на 10 мм рт. ст.). Прямое регулирование давления (PIC) является приоритетом, потому что: Давление — определяющий фактор. Температурный профиль в колонне является функцией давления. Если давление нестабильно, все температуры на тарелках будут «плавать», делая бессмысленным их регулирование. Стабилизировав давление, мы стабилизируем всю термодинамическую основу процесса. Быстродействие. Контур давления (воздействие на клапан в линии на входе в вакуум-систему или на байпасе эжекторов) обладает малой инерционностью по сравнению с тепловыми контурами (температура, флегмовое число). Условие для работы других контуров. Контур регулирования температуры	типа с развернутым ответом			

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		ключевых тарелок (TIC) и отбора боковых погонов могут эффективно работать только при стабильном давлении. Их уставки фактически задаются для определенного давления. Стратегия: В первую очередь настраивается и поддерживается в автоматическом режиме контур давления (PIC). Только после этого в работу вводятся температурные контуры, которые будут вносить тонкие корректировки в соотношение потоков (флегмы, отбора) для получения продукта заданного качества при уже стабильном давлении.				

Описание шкал оценивания

Процедура оценивания учебной дисциплины представлена в таблице 1 и реализуется поэтапно:

1-й этап процедуры оценивания: оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП. Экспертной оценке преподавателя подлежит сформированность отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля и промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения.

2-й этап процедуры оценивания: интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Таблица 1

Характеристика процедуры промежуточной аттестации по дисциплине

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры	Методы оценивания	Виды выставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений
1	Устный опрос	Систематически на практических занятиях (устно)	Экспертный	Зачет/незачет	Рабочая книжка преподавателя, Журнал учета успеваемости
2	Отчет по лабораторным работам	Систематически на лабораторных работах (устно/письменно)	Экспертный	Зачет/незачет	Рабочая книжка преподавателя, Журнал учета успеваемости
3	Тестовые задания	1 раз в семестр (письменно)	Экспертный	Зачет/незачет	Рабочая книжка преподавателя, Журнал учета успеваемости
4	Курсовой проект	По окончании изучения курса (устно, письменно)	Экспертный	По пятибалльной шкале	Экзаменационная ведомость, зачетная книжка и учебная карточка
4	Экзамен	По окончании изучения курса (письменно, устно)	Экспертный	По пятибалльной шкале	Экзаменационная ведомость, зачетная книжка и учебная карточка

Шкала и процедура оценивания сформированности компетенций

На этапе промежуточной аттестации используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить уровень освоения материала обучающимися. Критерии оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) представлены в карте компетенции ОПОП.

Форма оценки знаний: оценка - 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно».

Шкала оценивания:

«Зачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на 50% и более оценивается не ниже «удовлетворительно» при условии отсутствия критерия «неудовлетворительно». Выставляется, когда обучающийся показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

«Незачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций менее чем 50% (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

«Отлично» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций 80% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно»: студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать поставленные задачи, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций;

«Хорошо» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на 60% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно», допускается оценка «удовлетворительно»: обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать поставленные задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций;

«Удовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций 40% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение с помощью преподавателя решать поставленные задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;

«Неудовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций менее чем 40% (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя решать поставленные задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Соответствие критериев оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) системам оценок представлено в таблице 2

Таблица 2

Интегральная оценка

Критерии	Традиционная оценка	Балльно-рейтинговая оценка
5	5	86 - 100
4	4	70 - 85
3	3	50 - 69
2	2, незачет	0 - 49
5, 4, 3	зачет	50 - 100

Обучающиеся обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем. Оценка «удовлетворительно» по дисциплине может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.