



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
В.Р. Храмшин

13.02.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ  
СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ**

Направление подготовки (специальность)

27.04.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль/специализация) программы

Цифровые системы управления технологическими комплексами

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированных систем управления
Курс	1, 2
Семестр	2, 3

Магнитогорск  
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 27.04.04 Управление в технических системах (приказ Минобрнауки России от 11.08.2020 г. № 942)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Автоматизированных систем управления  
07.02.2024, протокол № 6

Зав. кафедрой С.М. Андреев С.М. Андреев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
13.02.2024 г. протокол № 5

Председатель В.Р. Храмшин В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

зав. кафедрой АСУ, д-р техн. наук С.М. Андреев С.М. Андреев

Рецензент:

Старший менеджер группы управления проектами производственной площадки  
проектного офиса ООО «ММК-Информсервис», канд. техн. наук

А.В. Краснобаев



## **Лист актуализации рабочей программы**

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026  
учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Андреев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027  
учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Андреев

## **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины «Проектирование аппаратно-программных комплексов систем автоматизации» является: приобретение студентами комплексных знаний по использованию современного инструментария проектирования программно-аппаратных средств для решения задач автоматизации и управления, использовать современные методы разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения систем автоматизации и управления, ставить задачи проектирования программно-аппаратных средств автоматизации и управления.

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Проектирование аппаратно-программных комплексов систем автоматизации входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/практик:

Современные проблемы теории управления

Технологические контроллеры и средства диспетчерского управления

Учебная - ознакомительная практика

Автоматизированные информационные системы

Автоматизированное проектирование систем управления

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Производственная - научно-исследовательская работа

Цифровые системы управления

Подготовка к защите и процедура защиты выпускной квалификационной работы

Производственная - проектно-технологическая практика

## **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Проектирование аппаратно-программных комплексов систем автоматизации» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен разрабатывать обобщенную концепцию и техническое задание на проектирование АСУ ТП, а также выбирать оптимальную структуру проектируемой АСУ ТП
ПК-1.1	Определяет номенклатуру информационных и управляющих сигналов автоматизированной системы управления технологическим процессом
ПК-1.2	Выбирает оптимальную структуру АСУ ТП с учетом требований к используемому обеспечению
ПК-1.3	Разрабатывает техническое задание на проектирование АСУ ТП

#### **4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 16 зачетных единиц 576 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 152,5 акад. часов;
  - аудиторная – 144 акад. часов;
  - внеаудиторная – 8,5 акад. часов;
  - самостоятельная работа – 352,1 акад. часов;
  - в форме практической подготовки – 12 акад. час;
  - подготовка к экзамену – 71,4 акад. час

## Форма аттестации - экзамен, курсовой проект

2.1 Метрологические характеристики датчиков. Классификация по области применения.		2	2		8	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям. Оформление отчета по лабораторной работе.	Устный опрос по лабораторной работе №4.	ПК-1.1
2.2 Классификация датчиков по принципу формирования сигнала.	2	2	2		8	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям. Оформление отчета по лабораторной работе.	Устный опрос по лабораторной работе №5	ПК-1.1
2.3 Понятие и структура измерительного комплекса. Использование измерительных комплексов для измерения качественных параметров продукции		2	2		23,1	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям. Оформление отчета по лабораторной работе.	Устный опрос по лабораторной работе №6	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу	6	6		39,1				
3. Подсистемы сбора и обработки информации								
3.1 Технические средства сбора информации. Понятия модулей ввода вывода, их классификация, схемы подключения внешних цепей.		1	4		10	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям. Оформление отчета по лабораторной работе.	Устный опрос по лабораторной работе №7	ПК-1.1, ПК-1.3
3.2 Передача информационных сигналов по линиям связи. Кодирование сигналов	2	1	4		10	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям	Устный опрос по лабораторной работе №8	ПК-1.1, ПК-1.2
3.3 Цифровые системы передачи информации. Интерфейсы, классификация по признакам		1	4		10	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям. Оформление отчета по лабораторной работе.	Устный опрос по лабораторной работе №9	ПК-1.1, ПК-1.2

3.4 Понятие контроллеров внешних устройств. Алгоритмы работы контроллеров внешних устройств.		1	4		10	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям	Устный опрос по лабораторной работе №10	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		4	16		40			
4. Исполнительные устройства								
4.1 Классификация исполнительных устройств по виду энергии		1	4		10	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям	Устный опрос по лабораторной работе №11	ПК-1.1
4.2 Классификация исполнительных устройств по принципу управления. Примеры применения исполнительных устройств и формирование управляющих сигналов для их управления	2	1	4		10	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям	Устный опрос по лабораторной работе №12	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		2	8		20			
Итого за семестр		18	36		123,1		экзамен	
5. Информационно-управляющие системы								
5.1 Структура информационно управляющих систем. Функции элементов входящих в структуру		2	4	2	12	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям. Оформление отчета по лабораторной работе	Устный опрос по лабораторной работе №13	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
5.2 Последовательность преобразования сигналов и формирование управляющих воздействий	3	2	4	2	18	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям. Оформление отчета по лабораторной работе.	Устный опрос по лабораторной работе №14	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
5.3 Этапы расчета характеристик элементов информационно-управляющих систем		2	2	2	32	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям. Оформление отчета по лабораторной работе	Устный опрос по лабораторной работе №15	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3



8.1 Виды, характеристики и области применения промышленных сетей. Пример работы асинхронной сети передачи данных	3	4	4		18	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям. Оформление отчета по лабораторной работе.	Устный опрос по лабораторной работе №20	ПК-1.1, ПК-1.2
8.2 Понятие интерфейса и протокола передачи данных. Модель OSI. Реализация модели OSI в промышленных сетях разных видов. пример реализации модели OSI в промышленной сети MODBUS.		2	4		15	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям. Оформление отчета по лабораторной работе	Устный опрос по лабораторной работе №21	ПК-1.1, ПК-1.3
Итого по разделу		6	8		33			
9. Человеко-машинные интерфейсы								
9.1 Понятие, структура и принципы построения HMI. Элементы HMI. Принципы визуализации технологической информации	3	2			10	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос по теме «Визуализация технологической информации»	ПК-1.1, ПК-1.2
9.2 Структура и назначение SCADA систем. Функционал элементов SCADA систем		4	4	2	12	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям. Оформление отчета по лабораторной работе.	Устный опрос по лабораторной работе №21	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
9.3 Реализация АРМ оператора по заданному технологическому процессу		2	3	3	23	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям. Оформление отчета по лабораторной работе.	Устный опрос по лабораторной работе №22	ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.1
Итого по разделу		8	7	5	45			
Итого за семестр		30	45	15	229		экзамен,кп	
Итого по дисциплине		48	81	15	352,1		экзамен, курсовой проект	

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Проектирование аппаратно-программных комплексов систем автоматизации» используются:

Традиционные образовательные технологии – информационная лекция (вводную лекцию, где дает первое представление о предмете и знакомство студентов с назначением и задачами курса); лекции – консультации, изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы; лабораторные работы.

Технологии проблемного обучения – проблемные лекции является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения; лабораторные работы с использованием проблемного обучения, которое заключается в стимулировании студентов к самостоятельной «добыче» знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

Информационно-коммуникационные образовательные технологии – в ходе проведения лекционных занятий предусматривается использование электронного демонстрационного материала (лекции-визуализации), использование Интернет ресурсов для промежуточных аттестаций и проверки остаточных знаний

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме.

Лабораторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием следующих методов интерактивного обучения:

актуализация познавательной деятельности учащихся путем побуждения к осмыслинию логики и последовательности проведения научного исследования, к выделению в нем главных и наиболее существенных этапов; при этом определяется конечная цель исследования, а пути его проведения и формы представления результата обучающийся выбирает сам;

отсутствие жестко регламентированного порядка выполнения работы по обработке экспериментальных данных, когда студент оперирует вспомогательной информацией о способах поиска необходимых программных средств, функций, протоколов передачи и обработки данных, что вырабатывает способность к познанию;

при постановке и анализе результатов исследования для достижения поставленных целей обучающиеся должны делать сравнения, сопоставлять новые факты, приемы использованные другими участниками группы, обращать внимание на причины, вызывающие то или иное явление и быть способными продемонстрировать индивидуальность своего подхода к решению задачи;

проведение занятий в форме поиска причин допущенных ошибок при проведении исследования, причин несовпадения результатов с полученными другими группами обучающихся, побуждение к стремлению находить и устранять чужие и свои ошибки.

Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке в процессе выполнения работ, а также в процессе подготовки к устному опросу, тестированию и итоговой аттестации.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

**а) Основная литература:**

1. Андреев С. М. Принципы построения и организации комплексов технических средств в системах автоматического управления. Курс лекций : учебное пособие / С. М. Андреев. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20336>. - Текст : электронный. (дата обращения: 14.01.2024)

**б) Дополнительная литература:**

1. Системы промышленной автоматизации : учебное пособие / А. И. Сергеев, А. М. Черноусова, А. С. Русаев, В. В. Тугов. — Оренбург : ОГУ, 2017. — 106 с. — ISBN 978-5-7410-1863-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110623> (дата обращения: 08.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Сбродов, Н. Б. Программируемые контроллеры и микроконтроллеры в системах автоматизации : учебное пособие / Н. Б. Сбродов, Е. К. Карпов. — Курган : КГУ, 2019. — 110 с. — ISBN 978-5-4217-0478-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/177895> (дата обращения: 08.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Шишов, О. В. Технические средства автоматизации и управления : учеб. пособие / О.В. Шишов. — Москва : ИНФРА-М, 2017. — 396 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа: <https://new.znaniум.com>]. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010325-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znaniум.com/catalog/product/600381> (дата обращения: 18.01.2024). — Режим доступа: по подписке.

4. Сажин, С. Г. Средства автоматического контроля технологических параметров : учебник / С. Г. Сажин. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1644-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/51355> (дата обращения: 18.01.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Сажин, С. Г. Приборы контроля состава и качества технологических сред : учебное пособие / С. Г. Сажин. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-1237-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4134> (дата обращения: 18.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**в) Методические указания:**

1. Андреев С. М. Программирование микропроцессорных контроллеров SIMATIK S7 300/400. Лабораторный практикум : учебное пособие / С. М. Андреев, М. Ю. Рябчиков, Т. Г. Сухоносова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1452>. - Текст : электронный. (дата обращения: 14.01.2024).

2. Андреев, С. М. Аппаратные средства и программное обеспечение промышленных контроллеров SIMATIC S7 : учебное пособие / С. М. Андреев, М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 220 с. - ISBN 978-5-9729-1411-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znaniум.com/catalog/product/2092457> (дата обращения: 16.04.2024). — Режим доступа: по подписке.

3. Андреев С. М. Разработка управляющих программ в TIA PORTAL : практикум / С. М. Андреев ; С. М. Андреев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2067>. - Текст : электронный. (дата обращения: 14.01.2024). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

4. Андреев С. М. Проектирование систем визуализации технологических процессов в среде InTouch : практикум / С. М. Андреев, М. Ю. Рябчиков ; МГТУ, каф. ПКиСУ. - Магнитогорск, 2010. - 159 с. : ил., схемы, табл. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1811>. - Текст : непосредственный. (дата обращения: 14.01.2024). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

5. Андреев С. М. Комплексы технических средств в системах автоматического управления. Курсовая работа : учебное пособие / С. М. Андреев. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3833>. - Текст : электронный. (дата обращения: 14.01.2024). - Макрообъект. - Текст: электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

6. Парсункин Б. Н. Программирование микропроцессорных контроллеров Ремиконт Р-130 : лабораторный практикум по дисциплине "Технические средства автоматизации" / Б. Н. Парсункин, С. М. Андреев ; МГТУ, Каф. промышленной кибернетики и систем управления. - Магнитогорск : МГТУ, 2011. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/581>. - Текст : электронный. (дата обращения: 14.01.2024). - Макрообъект. - Текст: электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM

#### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

##### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
Scilab Computation Engine	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Виртуальный стенд системы автоматического управления технологическим параметром	свидетельство №2013612340	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно

## **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

## **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации) (ауд 448)

Учебная аудитория для проведения практических занятий: компьютерный класс (Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета) (ауд 448)

Помещения для самостоятельной работы обучающихся (Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета) (ауд 450)

Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных консультаций (Доска, мультимедийный проектор, экран) (ауд 448)

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (Стеллажи для хранения учебно-методический документации)

Учебная аудитория для проведения практических занятий и лабораторных работ: лаборатория автоматизации технологических процессов и производств ( лабораторный стенд «Промышленные датчики температуры», ПДТ-СК + компьютер с предустановленным ПО от изготовителя; лабораторный стенд «Промышленные датчики давления», ПДД-СК + компьютер с предустановленным ПО от изготовителя; программируемый логический контроллер ПЛК-Siemens S7-300 + ноутбук с предустановленным ПО от изготовителя; лабораторный стенд «Основы автоматики», ОА-МР; программируемый логический контроллер с распределенной периферией Simatic S7-400) (ауд. 450)

## Приложение 1

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Проектирование аппаратно-программных комплексов систем автоматизации» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение лабораторных работ и отчет по полученным результатам, а также устный опрос о порядке выполнения лабораторных работ, полученным умениям и навыкам.

#### *Примерные вопросы для устного опроса по выполненным практическим работам*

Тема лабораторной работы	Вопросы для устного опроса
1. Проектирование и исследование работы систем двухпозиционного регулирования	1. Статическая характеристика двухпозиционного регулятора 2. Какие настройки имеет двухпозиционный регулятор? 3. Какие параметры переходного процесса можно корректировать настройкой двухпозиционного регулятора? 4. Структурная схема с двухпозиционным регулятором 5. Какими качественными показателями характеризуется переходный процесс в контуре с 2-х позиционным регулятором? 6. Математическая функция двухпозиционного регулятора
2. Проектирование и исследование работы систем трехпозиционного регулирования	1. Виды статических характеристик трехпозиционных регуляторов? 2. Какие параметры настройки имеет трёхпозиционный регулятор? 3. Виды трехпозиционных регуляторов. Чем отличаются переходные процессы в Рс и Рп регуляторах 4. Поясните принцип работы импульсного коммутирующего устройства. Какие положительные свойства приобретает система с трехпозиционным регулятором и ИКУ? 5. Определите по графику переходного процесса параметры настройки трехпозиционного регулятора 6. Как влияют параметры настройки 3х позиционного регулятора на вид переходных процессов? 7. Какие виды переходных процессов могут быть получены в системе с 3х позиционным регулятором? 8. Приведите алгоритм 3х позиционного регулирования
3. Проектирование и исследование работы систем с ПИД регулятором	1. Поясните структуру стандартного ПИД регулятора. Запишите передаточную функцию? 2. Физический смысл параметров настройки стандартного ПИД-регулятора. 3. Виды переходных процессов в контуре с ПИД регулятором 4. Запишите математическую модель контура регулирования с ПИД регулятором и объектом с самовыравниванием

<b>Тема лабораторной работы</b>	<b>Вопросы для устного опроса</b>
	<p>5. Блок схема работы алгоритма ПИД регулятора с ИМ постоянной скорости</p> <p>6. Поясните структурную схему ПИД регулятора на примере стандартного регулятора из библиотеки контроллеров семейства Simatic</p> <p>7. Поясните математический смысл настройки регулятора. Поясните настройку на модальный и симметричный оптимум</p> <p>8. Чем отличается ПИД регулятор, работающий в паре с ИМ постоянной скорости от ПИД регулятора, работающего в паре с пропорциональным ИУ?</p>
4. Исследование характеристик промышленных датчиков давления	<p>1. Приведите классификацию датчиков давления жидкости и газа?</p> <p>2. На каких принципах работают датчики давления, расположенные на лабораторном стенде?</p> <p>3. Структура интеллектуального датчика давления?</p> <p>4. Что является чувствительным элементом в датчиках давления типа Метран-150ДД?</p> <p>5. Какую схему подключения имеет чувствительный элемент датчика давления тензометрического типа?</p>
5. Исследование характеристик промышленных датчиков температуры	<p>1. Какие физические принципы используются для измерения температуры в промышленных агрегатах?</p> <p>2. Какие стандартные типы термопар используются для измерения температуры выше 1000С</p> <p>3. В каком температурном диапазоне работают термометры сопротивления градуировок 50М и 100М</p> <p>4. Приведите схему подключения термометров сопротивления</p> <p>5. Запишите функцию мостовой схемы промежуточного преобразователя для термометров сопротивления</p> <p>6. Что такое номинальная статическая характеристика? Как определить погрешность номинальных статических характеристик термопар и термометров сопротивления?</p>
6. Исследование характеристик промышленных датчиков расхода	<p>1. Какие физические принципы используются в чувствительных элементах промышленных датчиков расхода?</p> <p>2. Поясните работу датчиков расхода по перепаду давления?</p> <p>3. Поясните работу ультразвукового датчика расхода.</p> <p>4. Как провести эксперимент по определению погрешности датчиков расхода?</p> <p>5. Какие особенности применения датчиков расхода по перепаду давления?</p> <p>6. Что такое гидравлическое сопротивление линии? Как можно изменить гидравлическое сопротивление линии на стенде?</p>

<b>Тема лабораторной работы</b>	<b>Вопросы для устного опроса</b>
7. Разработка и исследование АСУ давления на базе ПИД-регулятора ОВЕН ТРМ-210	<p>1. Приведите схему подключения регулятора ОВЕН в локальный контур регулирования давления.</p> <p>2. Как задать настройки ПИД регулятора в ОВЕН ТРМ-210?</p> <p>3. Как формируются управляющие импульсы в пневмораспределителе?</p> <p>4. Как установить тип регулятора в ОВЕН ТРМ-210?</p> <p>5. Как произвести настройку интерфейсного канала в ОВЕН ТРМ-210?</p> <p>6. Как произвести настройку регулятора ОВЕН ТРМ-210 для получения переходного процесса заданного качества?</p>
8. Разработка и исследование АСУ температуры на базе регулятора Термодат 25К1	<p>1. Как установить тип регулятора в Термодат 25К1?</p> <p>2. Как изменить знак статической характеристики в Термодат 25К1?</p> <p>3. Как задать настройки регулятора в Термодат 25К1?</p> <p>4. Сколько входов для подключения датчиков температуры имеет Термодат 25К1?</p> <p>5. Как изменить канал контроля температуры в регуляторе?</p>
9. Разработка и исследование АСУ расхода на базе контроллера Delta DVP-12SA2	<p>1. Сколько входов-выходов имеет Delta DVP-12SA2?</p> <p>2. Какими сетевыми возможностями обладает ПЛК Delta DVP-12SA2?</p> <p>3. Как подключаются источники PnP-сигналов? Какая схема подключения этих источников?</p> <p>4. Как организуется связь между программируемым контроллером и ПК?</p> <p>5. Как производится чтение входных сигналов в программе управления?</p>
10. Разработка и исследование АСУ теплогазоснабжения и вентиляции	<p>1. Какими способами регулируется давление в трубопроводе?</p> <p>2. Как передаётся сигнал от аналоговых датчиков измерения параметров системы в ПЭВМ?</p> <p>3. Как переключаются режимы управления в системе? Какие режимы управления предусмотрены?</p> <p>4. Поясните работу системы управления скоростью вращения вентилятора?</p> <p>5. Как производится регулирование температуры воздуха? Поясните работу регулятора температуры воздуха.</p> <p>6. Какими средствами производится измерения расхода воздуха?</p> <p>7. Как измеряется давление в системе вентиляции?</p>
11. Обследование объекта управления. Исследование характеристик напорного вентилятора	<p>1. Что такое характеристика напорного вентилятора? В каких координатах строится график статической характеристики?</p> <p>2. Поясните последовательность действий для снятия характеристики напорного вентилятора?</p> <p>3. Как получить переходный процесс в системе регулирования давлением посредством регулирования</p>

<b>Тема лабораторной работы</b>	<b>Вопросы для устного опроса</b>
	скорости напорного вентилятора. 4. Нарисуйте и поясните схему управления напорным вентилятором.
12. Обследование объекта управления. Исследование характеристик автоматизированной заслонки	1. Как определить зависимость угла поворота от входного сигнала? 2. Как произвести снятия данных расхода воздуха через заслонку от угла поворота заслонки? 3. Поясните порядок определения скорости поворота заслонки. 4. Поясните структуру системы управления поворотной заслонкой. Как связана эта структура с конструкцией поворотной заслонки?
13. Исследование модуляции сигналов в каналах передачи данных информационно-управляющих систем	1. Перечислите основные виды модуляции. Приведите примеры модуляции сигналов 2. Приведите структурную схему ШИМ. Запишите условия переключения компаратора 3. Приведите структурную схему амплитудного модулятора и демодулятора. Поясните причины возникновения ошибки передачи при амплитудной модуляции 4. В чем состоит смысл частотной модуляции? Приведите пример частотной модуляции 5. Произведите расчет скважности импульсов при широтно-импульсной модуляции для постоянного входного сигнала
14. Исследование цифровых преобразователей информационно управляющих систем	1. Перечислите виды цифровых преобразователей и поясните, какие функции они выполняют? 2. Какими параметрами характеризуются АЦП? 3. Приведите схему параллельного АЦП. Поясните его работу. 4. Приведите структурную схему АЦП последовательного приближения. Поясните работу этого типа АЦП на примере. 5. Приведите структурную схему интегрирующего АЦП. Поясните работу АЦП двойного интегрирования по временной диаграмме его работы. 6. Приведите структурную схему сигма-дельта АЦП. Поясните алгоритм работы данного типа АЦП. 7. По функции цифро-аналогового преобразователя поясните его работу. Приведите пример цифро-аналогового преобразования.
15. Расчет и исследование промежуточных преобразователей информационных систем	1. Какие типы промежуточных преобразователей используются при построении аппаратной части систем автоматизации? 2. Приведите эквивалентную схему ПНН и ПНТ. Запишите выражения функций и работы. 3. Для каких целей используются шунты постоянного тока? Запишите выражения для ненагруженного и нагруженного шунта. 4. Для каких целей применяют мостовые

<b>Тема лабораторной работы</b>	<b>Вопросы для устного опроса</b>
	<p>преобразователи? Типы подключения датчиков к мостовому преобразователю</p> <p>5. Запишите выражения для функции мостового преобразователя с нагрузкой и без нагрузки?</p> <p>6. Как рассчитать параметры мостового преобразователя по заданным требованиям?</p>
16. Проектирование и изучение работы системы автоматизации ТП с использованием программируемого логического контроллера S7-1200	<p>1. Как определить характеристику вход-выход аналогового канала ввода контроллера?</p> <p>2. В какой последовательности осуществляется конфигурирование ПЛК S7-1200?</p> <p>3. В какой последовательности осуществляется настройка преобразователя частоты для работы в сети USS?</p> <p>4. Как осуществляется запись программ в ПЛК S7-1200?</p> <p>5. Какие инструкции используются для обмена данными по протоколу USS?</p>
17. Проектирование и изучение работы системы автоматизации ТП с использованием программируемого логического контроллера OMRON	<p>1. Что означает термин «содержательное описание работы системы автоматизации»?</p> <p>2. Что собой представляет линейка битов состояния датчиков и как она используется в рассматриваемой работе?</p> <p>3. Как реализуется переход от одной мнемосхемы к другой в программируемом пульте управления?</p> <p>4. Что происходит в УПК при нажатии кнопки Сброс на лицевой панели модуля УПК?</p> <p>5. Что обозначает термин «внутренний выход контроллера»?</p>
18. Проектирование и изучение системы автоматизации ТП с использованием программируемого логического контроллера S7-300	<p>1. Какое назначение сенсорного монитора?</p> <p>2. Какие режимы работы реализованы в сенсорном мониторе?</p> <p>3. Какое максимально число слоев HMI может содержать один проект?</p> <p>4. Как обеспечивается адресация элементов программируемого пульта управления?</p>
19. Разработка автоматизированной системы транспортировкой изделий	<p>1. Поясните порядок формирования сигналов управления механизмами системы транспортировкой изделий.</p> <p>2. Постройте структурную схему системы управления транспортировкой.</p> <p>3. Запишите логические условия формирования сигналов управления механизмами.</p> <p>4. Перечислите условия формирования сигналов запрета на движения механизмов.</p> <p>5. Составьте схему блокировок на формирование управляющих воздействий на исполнительный устройства.</p>
20. Разработка автоматизированной системы транспортировкой заготовок в методическую печь	<p>1. Поясните порядок формирования сигналов управления системы транспортировкой заготовок в методическую печь</p> <p>2. Постройте структурную схему системы управления транспортировкой заготовок в методическую печь</p>

<b>Тема лабораторной работы</b>	<b>Вопросы для устного опроса</b>
	<p>3. Запишите логические условия формирования сигналов управления механизмами системы транспортировкой заготовок в методическую печь</p> <p>4. Составьте схему блокировок на формирование управляющих воздействий на исполнительный устройства системы транспортировкой заготовок в методическую печь</p>
21. Исследование систем последовательной асинхронной передачи данных	<p>1. Поясните формат последовательности передачи 8 бит в информационном слове?</p> <p>2. Что такое бит четности? Как формируется бит четности, перечислите возможные способы.</p> <p>3. Для какой цели применяются стоповые биты?</p> <p>4. Для каких функций используется стартовый бит?</p> <p>5. Как происходит синхронизация генераторов приемника и передатчика сигналов?</p>
22. Исследование работы сети и протокола передачи Modbus RTU	<p>1. Какие уровни OSI реализуются протоколом Modbus RTU?</p> <p>2. Какие режимы обмена реализует Modbus RTU?</p> <p>3. Какие поля используются для определения режима обмена?</p> <p>4. Приведите пример чтения данных из устройства ввода</p>

### *Примерные темы курсового проекта*

1. Разработка технической структуры АСУ ТП заданного агрегата или производства
2. Формирование структуры комплекса технических для заданного технологического процесса
3. Разработка информационно – управляющей системы технологического агрегата
4. Проектирование системы управления технологическим агрегатом
5. Проектирование системы управления для цифрового двойника дискретного процесса
6. Разработка защитной системы и системы блокировок для теплотехнического агрегата.

## Приложение 2

### Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК-1: Способен определять обобщенную концепцию проекта и выбирать оптимальную структуру проектируемой АСУТП</b>		
ПК-1.1	<p>– Определяет номенклатуру информационных и управляющих сигналов автоматизированной системы управления технологическим процессом</p>	<p><b>Теоретические вопросы</b></p> <p>1. Перечислите основные типы современных технических средств, с использованием которых строится контур управления. Перечислите их функционал.</p> <p>2. Какие основные типы исполнительных устройств, используются в системах автоматизации промышленного производства? Какие основные принципы построения исполнительных устройств используются?</p> <p>3. Какие уровни включает АСУ ТП? Перечислите основные функции уровней АСУ ТП.</p> <p>4. Какие функции выполняет полевой уровень системы управления? Какие технические средства составляют структуру этого уровня?</p> <p>5. Какие технические средства находятся на полевом уровне? Функции этих технических средств?</p> <p>6. Какие промышленные сети передачи данных используются с приборами полевого уровня? Приведите пример технической реализации таких сетей?</p> <p>7. Что такое параметрические измерительные преобразователи? Какие принципы положены в их работу?</p> <p>8. Что такое генераторные измерительные преобразователи? Какие принципы положены в их работу?</p> <p>9. Какие основные характеристики имеют измерительные преобразователи?</p> <p>10. Какие виды промежуточных преобразователей используются для подключения параметрических датчиков?</p> <p>11. Какие функции реализуются уровнем контроллеров?</p> <p>12. Перечислите функции уровня диспетчеризации процесса.</p> <p>13. Что такое государственная система приборов? Поясните основные разделы кадастра?</p> <p>14. Какие структуры верхнего уровня управления реализуются в информационно-управляющих</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>комплексах?</p> <p><b>Практические задания и вопросы</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие технические средства используются для измерения температур нагретых тел?</li> <li>2. Поясните, какие типы стандартных термопар используются при построении систем управления нагревом?</li> <li>3. Какую конструкцию имеют индуктивные преобразователи? Поясните область применения индуктивных преобразователей. Приведите пример использования индуктивного преобразователя</li> <li>4. Поясните работу неуравновешенного моста постоянного тока. Как производится расчет выходного сигнала неуравновешенного моста постоянного тока?</li> <li>5. Какой порядок проведения конфигурирования и настройка панели оператора?</li> <li>6. Запишите функцию двухпозиционного регулирования</li> <li>7. Запишите функцию ПИД регулирования. Представьте реализацию функции ПИД регулирования в виде блок схемы алгоритма с ограничением интегральной части регулятора.</li> <li>8. Покажите, с использованием каких стандартных программных функций реализуются ПИД регуляторы в контроллерах SIMATIC?</li> <li>9. Запишите функцию трехпозиционного регулятора с зоной возврата. Представьте блок-схему алгоритма реализации функции трехпозиционного регулятора с зоной возврата.</li> <li>10. Выберите технические средства для построения системы управления в соответствии с заданной функциональной схемой. Обоснуйте выбор технических средств Система управления температурой в зоне нагревательной печи</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Система управления температурой в зоне нагревательной печи</p> <p>12. Сформируйте алгоритм расчета управляющего воздействия в соответствии с ПИД-законом регулирования.</p> <p>13. Реализуйте алгоритм ПИД-регулирования в программе технологического контроллера SIMATIC S7.</p> <p>14. Сформируйте необходимы теги для передачи численной переменной на панель оператора в TIA PORTAL</p>
ПК-1.2	Выбирает оптимальную структуру АСУ ТП с учетом требований к используемому обеспечению	<p><b>Теоретические вопросы</b></p> <p>1. Какие функции выполняют модули аналогового вывода? Приведите структуру модуля аналогового вывода.</p> <p>2. Какой принципложен в формирование структуры технических средств автоматизированной системы управления?</p> <p>3. Для каких целей служат пусковые устройства?</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Какие типы пусковых устройств получили распространения в системах управления?</p> <p>4. Какие функции реализуются панелями оператора? Для каких целей в АСУ ТП используют панели оператора?</p> <p>5. Какие характеристики являются основными для электрических исполнительных устройств? Как произвести выбор этих характеристик при проектирования системы управления?</p> <p>6. Что входит в состав микропроцессорной системы используемой в системах управления? Какое назначение отдельных модулей микропроцессорной системы?</p> <p>7. Что такое контроллеры внешних устройств?</p> <p>8. Принципы обмена цифровой информацией в микропроцессорных системах управления?</p> <p>9. Виды схем при проектировании системы управления. Какие цели ставятся при проектировании схем различных видов?</p> <p><b>Практические вопросы и задания</b></p> <p>1. Приведите схему внешних соединений дискретных датчиков. Какая особенность подключения дискретных датчиков к устройствам дискретного ввода?</p> <p>2. Приведите схему внешних соединений дискретных исполнительных устройств. Какая особенность подключения дискретных нагрузок к устройствам дискретного вывода?</p> <p>3. Какие типы гальванической развязки используются в модулях ввода вывода аналоговых и дискретных сигналов?</p> <p>4. Поясните работу пневматических исполнительных устройств. Приведите схему мембранных исполнительных механизмов.</p> <p>5. Как осуществляется регулирование скорости исполнительных механизмов с электрическим двигателем постоянного тока и асинхронным переменного тока? Приведите пример регулирования скорости</p> <p>6. Приведите схему внешних соединений дискретных датчиков. Какая особенность подключения дискретных датчиков к устройствам дискретного ввода</p>
ПК-1.3	Разрабатывает техническое задание на разработку	<p><b>Теоретические вопросы</b></p> <p>1. Какие задачи решают SCADA – системы при</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	проекта АСУ ТП	<p>проектировании АСУ ТП? Какие задачи решаются SCADA системами в процессе управления процессом?</p> <p>2. Какие виды обеспечения (программного и аппаратного) используются при проектировании программно-аппаратных комплексов систем автоматизации?</p> <p>3. Какие требования в соответствии со стандартами проектирования предъявляются к техническим (аппаратным средствам) АСУ?</p> <p>4. Какие требования в соответствии со стандартами проектирования предъявляются к программному обеспечению АСУ?</p> <p>5. Какими функциями должны обладать средства диагностики технических средств АСУ и контроля на достоверность входной информации?</p> <p>6. Какие технические средства включает полевой уровень системы управления?</p> <p>7. С помощью каких средств происходит информационное объединение элементов уровня управления?</p> <p><b>Практические задания и вопросы</b></p> <p>1. Перечислите этапы проектирования АСУ ТП. Определите состав проектных работ каждого этапа.</p> <p>2. Выполните проектирование связи параметра PLC со SCADA Wonderware Intach/ Перечислите поля тега, если параметр представляет собой числовую величину 2 байта</p> <p>3. Выполните проектирование связи параметров PLC Simatic S7 со Scada WinCC в пакете TIA Portal</p> <p>4. Выполните проектирование параметра PLC Omron со SCADA Trace Mode</p> <p>5. Произведите проектирование мнемосхемы процесса управление нагревом в SCADA TRACE MODE</p> <p>6. Произведите проектирование мнемосхемы процесса управление расходом в SCADA TRACE MODE</p> <p>7. Произведите проектирование мнемосхемы процесса управления производством в SCADA WinCC</p>

## **6) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Проектирование аппаратно-программных комплексов систем автоматизации» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена и в форме выполнения и защиты курсовой работы.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

### **Показатели и критерии оценивания экзамена:**

- на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.
- на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

### **Показатели и критерии оценивания курсового проекта:**

- на оценку «отлично» (5 баллов) – в работе полностью раскрыто теоретическое содержание темы, дан анализ действующей практике, содержится творческий подход к решению проблем, сделаны обоснованные предложения, проект оформлен в соответствии с требованиями государственных и отраслевых стандартов, на все вопросы студент дал аргументированные ответы, проявив творческие способности, как в понимании вопросов, так и в изложении ответов.
  - на оценку «хорошо» (4 балла) – в работе содержание изложено на высоком теоретическом уровне, правильно сформулированы выводы, проект оформлен в соответствии с требованиями государственных и отраслевых стандартов, предложения представляют интерес, но недостаточно убедительно аргументированы, на все вопросы студент дал правильные ответы.
  - на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – к работе имеются замечания по содержанию, по глубине проведенного исследования, проект оформлен с соблюдением не всех государственных и отраслевых стандартов, проект доложен неубедительно, не на все предложенные вопросы даны удовлетворительные ответы.
- на оценку «неудовлетворительно» (2 баллов) – курсовая работа не оформлена в соответствии с требованиями государственных и отраслевых стандартов, не прошел процедуру нормоконтроля, работа доложена неубедительно, непоследовательно, нелогично, ответы на поставленные вопросы практически отсутствуют.