

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета информационных
технологий и компьютерной
безопасности

 А.В. Бредихин /
_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Программная реализация алгоритмов управления»

Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль Автоматизация производственно-технологических систем

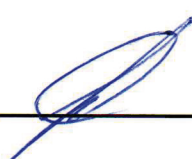
Квалификация выпускника Бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 6 м.

Форма обучения очная / очно-заочная

Год начала подготовки 2025

Заведующий кафедрой Систем
управления и информационных
технологий в строительстве

 _____ А.В. Смольянинов

 _____ Н.Г. Аснина

Руководитель ОПОП

 _____ А.В. Смольянинов

Воронеж 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины «Программная реализация алгоритмов управления» является формирование у студентов навыков программной реализации алгоритмов управления технологическими объектами.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- Изучение математических основ дискретной реализации алгоритмов управления
- Изучение основ программирования на языке C++
- Изучение методики программирования микроконтроллеров на примере ATmega328P (Arduino)
- Изучение среды программирования CodeSys и языков программирования стандарта МЭК 61131-3
- Изучение среды программирования OwenLogic

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Программная реализация алгоритмов управления» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Программная реализация алгоритмов управления» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-6 - Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий;

ОПК-14 - Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-6	знать методику синтеза и моделирования систем цифрового управления технологическими процессами
	уметь синтезировать и моделировать системы цифрового управления технологическими процессами
	владеть навыками синтеза и моделирования цифровых систем управления
ОПК-14	знать языки программирования технологических контроллеров стандарта МЭК 61131-3 и один их языков высокого уровня пригодный для программирования микроконтроллеров
	уметь разрабатывать алгоритмы и программы для технологических контроллеров и микроконтроллеров
	владеть навыками разработки алгоритмов и программ для технологических контроллеров и микроконтроллеров

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Программная реализация алгорит-

мов управления» составляет 7 з.е.

**Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		6	7
Аудиторные занятия (всего)	136	64	72
В том числе:			
Лекции	34	16	18
Практические занятия (ПЗ)	34	16	18
Лабораторные работы (ЛР)	68	32	36
Самостоятельная работа	89	44	45
Курсовой проект	+		+
Часы на контроль	27	-	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	252	108	144
зач.ед.	7	3	4

очно-заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего)	52	52
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	173	173
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	252	252
зач.ед.	7	7

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Дискретная реализация алгоритмов управления	Цифровые системы управления. Основные процессы преобразования информации в цифровых системах. Дискретизация сигнала по уровню и	6	6	8	18	38

		времени. Решетчатые функции. Преобразование Лапласа решетчатых функций времени. Преобразование Фурье решетчатых функций. Дискретное преобразование Фурье. Восстановление сигнала. Теорема Шеннона. Интерполятор и экстраполятор. Экстраполятор нулевого порядка. Z-преобразование. Свойства Z-преобразования. Обратное Z-преобразование. Связь Z-преобразования и преобразования Лапласа. Вычисление Z-представления сигнала. Выходной сигнал линейной системы. Дискретная передаточная функция. Свойства дискретной передаточной функции. Условия реализуемости. Полоса передаточной функции и анализ устойчивости. Дискретная передаточная функция системы с экстраполятором на выходе. Разностные уравнения. Построение дискретных моделей объектов на основе непрерывных моделей.					
2	Основы программирования на языке C++	Структура программы. Объявление переменных и их типы. Область видимости переменных. Операторы условного ветвления. Циклы. Массивы. Функции. Основы объектно-ориентированного программирования.	6	4	12	18	40
3	Программирование микроконтроллера ATmega328P (Arduino)	Структура программы. Функции ввода/вывода. Аппаратные прерывания. Прерывания от таймера.	2	4	16	12	34
4	Программирование технологических контроллеров на языках стандарта МЭК 61131-3 в среде CodeSys	Интерфейс CODESYS: компоненты интерфейса; панель меню; меню «Вид»; меню «Проект». Настройка связи между контроллером и ПК; настройка связи между контроллером и ПК по Ethernet; сетевые настройки контроллера; сетевые настройки компьютера; настройка связи между контроллером и ПК по USB; настройка связи контроллера и ПК в среде CODESYS. Создание проекта: структура проекта; общие аспекты создания проекта; создание экранов визуализации; предварительная настройка; наполнение экрана MainScreen; наполнение экрана Trend; наполнение экрана Alarmjog; пул изображений. Разработка программ: виды переменных; типы данных; определение глобальных переменных. Языки программирования МЭК 61131-3: структурированный текст (ST – Structured Text); последовательные функциональные схемы (SFC – Sequential Function Chart); диаграммы функциональных блоков (FBD – Function Block	12	12	20	25	69

		Diagram); релейно-контактные схемы, или релейные диаграммы (LD – Ladder Diagram); список инструкций (IL – Instruction List).					
5	Программная реализация систем логико-программного управления	Среда программирования OwenLogic: графический интерфейс; создание нового проекта и его сохранение; открытие проекта для редактирования; моделирование работы коммутационной программы; сетевой обмен; загрузка проекта в программируемый прибор. Функции логических элементов программы: битовые операции; арифметические операции; операции сравнения и выбора; операции логического битового сдвига и преобразования; функциональные блоки программы.	8	8	12	16	44
Итого			34	34	68	89	225

очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Дискретная реализация алгоритмов управления	Цифровые системы управления. Основные процессы преобразования информации в цифровых системах. Дискретизация сигнала по уровню и времени. Решетчатые функции. Преобразование Лапласа решетчатых функций времени. Преобразование Фурье решетчатых функций. Дискретное преобразование Фурье. Восстановление сигнала. Теорема Шеннона. Интерполятор и экстраполятор. Экстраполятор нулевого порядка. Z-преобразование. Свойства Z-преобразования. Обратное Z-преобразование. Связь Z-преобразования и преобразования Лапласа. Вычисление Z-представления сигнала. Выходной сигнал линейной системы. Дискретная передаточная функция. Свойства дискретной передаточной функции. Условия реализуемости. Полоса передаточной функции и анализ устойчивости. Дискретная передаточная функция системы с экстраполятором на выходе. Разностные уравнения. Построение дискретных моделей объектов на основе непрерывных моделей.	2	4	2	30	38
2	Основы программирования на языке C++	Структура программы. Объявление переменных и их типы. Область видимости переменных. Операторы условного ветвления. Циклы. Массивы. Функции. Основы объектно-ориентированного программирования.	2	2	2	30	36
3	Программирование микроконтроллера ATmega328P (Arduino)	Структура программы. Функции ввода/вывода. Аппаратные прерывания. Прерывания от таймера.	2	2	2	30	36

4	Программирование технологических контроллеров на языках стандарта МЭК 61131-3 в среде CodeSys	Интерфейс CODESYS: компоненты интерфейса; панель меню; меню «Вид»; меню «Проект». Настройка связи между контроллером и ПК: настройка связи между контроллером и ПК по Ethernet; сетевые настройки контроллера; сетевые настройки компьютера; настройка связи между контроллером и ПК по USB; настройка связи контроллера и ПК в среде CODESYS. Создание проекта: структура проекта; общие аспекты создания проекта; создание экранов визуализации; предварительная настройка; наполнение экрана MainScreen; наполнение экрана Trend; наполнение экрана Alarmjog; пул изображений. Разработка программ: виды переменных; типы данных; определение глобальных переменных. Языки программирования МЭК 61131-3: структурированный текст (ST – Structured Text); последовательные функциональные схемы (SFC – Sequential Function Chart); диаграммы функциональных блоков (FBD – Function Block Diagram); релейно-контактные схемы, или релейные диаграммы (LD – Ladder Diagram); список инструкций (IL – Instruction List).	8	4	8	48	68
5	Программная реализация систем логико-программного управления	Среда программирования OwenLogic: графический интерфейс; создание нового проекта и его сохранение; открытие проекта для редактирования; моделирование работы коммутационной программы; сетевой обмен; загрузка проекта в программируемый прибор. Функции логических элементов программы: битовые операции; арифметические операции; операции сравнения и выбора; операции логического битового сдвига и преобразования; функциональные блоки программы.	4	4	4	35	47
Итого			18	16	18	173	225

5.2 Перечень лабораторных работ

очная форма обучения

№ п/п	Название ЛР	часов
1	Z-преобразование и вычисление передаточных функций	4
2	Расчет цифровых регуляторов	4
3	Программная реализация методов численного интегрирования	6
4	Программная реализация методов численного решения дифференциальных уравнений	6
5	Прерывания в микроконтроллере ATmega328P (Arduino)	6
6	Программная реализация ПИД контроллера на базе ATmega328P (Arduino)	6
7	Программная реализация произвольного закона регулирования на базе ATmega328P	4

	(Arduino)	
8	Разработка программ для технологических контроллеров на языке ST (Structured Text)	4
9	Разработка программ для технологических контроллеров на языке SFC (Sequential Function Chart)	4
10	Разработка программ для технологических контроллеров на языке FBD (Function Block Diagram)	4
11	Разработка программ для технологических контроллеров на языке LD (Ladder Diagram)	4
12	Разработка программ для технологических контроллеров на языке IL (Instruction List)	4
13	Разработка системы логико-программного управления конвейерным транспортом в среде программирования OwenLogic	6
14	Разработка программы аварийной остановки технологического процесса в среде программирования OwenLogic	6
Итого		68

очно-заочная форма обучения

№ п/п	Название ЛР	часов
1	Z-преобразование и вычисление передаточных функций	1
2	Расчет цифровых регуляторов	1
3	Программная реализация методов численного интегрирования	1
4	Программная реализация методов численного решения дифференциальных уравнений	1
5	Прерывания в микроконтроллере ATmega328P (Arduino)	1
6	Программная реализация ПИД контроллера на базе ATmega328P (Arduino)	0,5
7	Программная реализация произвольного закона регулирования на базе ATmega328P (Arduino)	0,5
8	Разработка программ для технологических контроллеров на языке ST (Structured Text)	1
9	Разработка программ для технологических контроллеров на языке SFC (Sequential Function Chart)	1
10	Разработка программ для технологических контроллеров на языке FBD (Function Block Diagram)	2
11	Разработка программ для технологических контроллеров на языке LD (Ladder Diagram)	2
12	Разработка программ для технологических контроллеров на языке IL (Instruction List)	2
13	Разработка системы логико-программного управления конвейерным транспортом в среде программирования OwenLogic	2
14	Разработка программы аварийной остановки технологического процесса в среде программирования OwenLogic	2
Итого		18

Перечень практических работ

очная форма обучения

№ п/п	Тема практического занятия	часов
1	Дискретизация сигнала по уровню и времени. Решетчатые функции.	2
2	Построение дискретных моделей объектов на основе непрерывных моделей.	4
3	Основы объектно-ориентированного программирования на языке C++	4
4	Программирование микроконтроллера ATmega328P (Arduino)	4
5	Настройка связи между контроллером и ПК по Ethernet в среде CODESYS	4
6	Создание экранов визуализации в среде CODESYS	4

7	Разработка программ в среде CODESYS: виды переменных; типы данных; определение глобальных переменных.	4
8	Среда программирования OwenLogic	4
9	Настройки OPC сервера	4
Итого		34

очно-заочная форма обучения

№ п/п	Тема практического занятия	часов
1	Дискретизация сигнала по уровню и времени. Решетчатые функции.	2
2	Построение дискретных моделей объектов на основе непрерывных моделей.	2
3	Основы объектно-ориентированного программирования на языке C++	2
4	Программирование микроконтроллера ATmega328P (Arduino)	2
5	Настройка связи между контроллером и ПК по Ethernet в среде CODESYS	1
6	Создание экранов визуализации в среде CODESYS	1
7	Разработка программ в среде CODESYS: виды переменных; типы данных; определение глобальных переменных.	2
8	Среда программирования OwenLogic	2
9	Настройки OPC сервера	2
Итого		16

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 7 семестре для очной формы обучения, в 7 семестре для очно-заочной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Проектирование программного обеспечения системы управления технологическим объектом» (Объект и его параметры определяются номером варианта)

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- Изучение объекта управления.
- Разработка алгоритма управления.
- Выбор среды и языка программирования.
- Разработка программного обеспечения.
- Разработка графического интерфейса системы управления.

Курсовой проект включают в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-6	знать методику синтеза и моделирования систем цифрового управления технологическими процессами	отчет лабораторных работ, выполнение практических заданий.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь синтезировать и моделировать системы цифрового управления технологическими процессами	отчет лабораторных работ, выполнение практических заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками синтеза и моделирования цифровых систем управления	отчет лабораторных работ, выполнение практических заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-14	знать языки программирования технологических контроллеров стандарта МЭК 61131-3 и один их языков высокого уровня пригодный для программирования микроконтроллеров	отчет лабораторных работ, выполнение практических заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь разрабатывать алгоритмы и программы для технологических контроллеров и микроконтроллеров	отчет лабораторных работ, выполнение практических заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками разработки алгоритмов и программ для технологических контроллеров и микроконтроллеров	отчет лабораторных работ, выполнение практических заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6, 7 семестре для очной формы обучения, 7 семестре для очно-заочной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-6	знать методику синтеза и моделирования систем цифрового управления технологическими процессами	отчет лабораторных работ, выполнение практических заданий, ответ на зачете.	Студент демонстрирует значительное (частичное) понимание заданий, Все (основные) требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.
	уметь синтезировать и моделировать системы цифрового управления технологическими процессами	отчет лабораторных работ, выполнение практических заданий, ответ на зачете.	Студент демонстрирует значительное (частичное) понимание заданий, Все (основные) требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.

	владеть навыками синтеза и моделирования цифровых систем управления	отчет лабораторных работ, выполнение практических заданий, ответ на зачете.	полнены. Студент демонстрирует значительное (частичное) понимание заданий. Все (основные) требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.
ОПК-14	знать языки программирования технологических контроллеров стандарта МЭК 61131-3 и один их языков высокого уровня пригодный для программирования микроконтроллеров	отчет лабораторных работ, выполнение практических заданий, ответ на зачете.	Студент демонстрирует значительное (частичное) понимание заданий. Все (основные) требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.
	уметь разрабатывать алгоритмы и программы для технологических контроллеров и микроконтроллеров	отчет лабораторных работ, выполнение практических заданий, ответ на зачете.	Студент демонстрирует значительное (частичное) понимание заданий. Все (основные) требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.
	владеть навыками разработки алгоритмов и программ для технологических контроллеров и микроконтроллеров	отчет лабораторных работ, выполнение практических заданий, ответ на зачете.	Студент демонстрирует значительное (частичное) понимание заданий. Все (основные) требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.

ИЛИ

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-6	знать методику синтеза и моделирования систем цифрового управления технологическими процессами	отчет лабораторных работ, выполнение практических заданий, защита курсового проекта, ответ на экзамене.	Студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Основные требования, предъявляемые к заданию, выполнены.	Студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.
	уметь синтезировать и моделировать системы цифрового управления технологическими процессами	отчет лабораторных работ, выполнение практических заданий, защита курсового проекта, ответ на экзамене.	Студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Основные требования, предъявляемые к заданию, выполнены.	Студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.
	владеть навыками	отчет лабо-	Студент де-	Студент де-	Студент де-	Студент де-

	синтеза и моделирования цифровых систем управления	раторных работ, выполнение практических заданий, защита курсового проекта, ответ на экзамене.	монстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	монстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	монстрирует частичное понимание заданий. Основные требования, предъявляемые к заданию, выполнены.	монстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.
ОПК-14	знать языки программирования технологических контроллеров стандарта МЭК 61131-3 и один их языков высокого уровня пригодный для программирования микроконтроллеров	отчет лабораторных работ, выполнение практических заданий, защита курсового проекта, ответ на экзамене.	Студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Основные требования, предъявляемые к заданию, выполнены.	Студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.
	уметь разрабатывать алгоритмы и программы для технологических контроллеров и микроконтроллеров	отчет лабораторных работ, выполнение практических заданий, защита курсового проекта, ответ на экзамене.	Студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Основные требования, предъявляемые к заданию, выполнены.	Студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.
	владеть навыками разработки алгоритмов и программ для технологических контроллеров и микроконтроллеров	отчет лабораторных работ, выполнение практических заданий, защита курсового проекта, ответ на экзамене.	Студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Основные требования, предъявляемые к заданию, выполнены.	Студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию *не предусмотрено*

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач *не предусмотрено*

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач *не предусмотрено*

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Цифровые системы управления.
2. Основные процессы преобразования информации в цифровых системах.
3. Дискретизация сигнала по уровню и времени.
4. Решетчатые функции.
5. Преобразование Лапласа решетчатых функций времени.

6. Преобразование Фурье решетчатых функций.
7. Дискретное преобразование Фурье.
8. Восстановление сигнала.
9. Теорема Шеннона.
10. Интерполятор и экстраполятор.
11. Экстраполятор нулевого порядка. Z-преобразование.
12. Свойства Z-преобразования.
13. Обратное Z-преобразование.
14. Связь Z- преобразования и преобразования Лапласа.
15. Вычисление Z- представления сигнала.
16. Выходной сигнал линейной системы.
17. Дискретная передаточная функция.
18. Свойства дискретной передаточной функции.
19. Условия реализуемости.
20. Полюсы передаточной функции и анализ устойчивости.
21. Дискретная передаточная функция системы с экстраполятором на выходе.
22. Разностные уравнения.
23. Построение дискретных моделей объектов на основе непрерывных моделей.
24. Структура программы (C++)
25. Объявление переменных и их типы.
26. Область видимости переменных.
27. Операторы условного ветвления (C++).
28. Циклы (C++).
29. Массивы (C++).
30. Функции. (C++)
31. Основы объектно-ориентированного программирования. (C++)
32. Структура программы (Arduino).
33. Функции ввода/вывода (Arduino).
34. Аппаратные прерывания (Arduino).
35. Прерывания от таймера (Arduino).

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

1. Интерфейс CODESYS: компоненты интерфейса; панель меню; меню «Вид»; меню «Проект».
2. Настройка связи между контроллером и ПК (CODESYS)
3. Настройка связи между контроллером и ПК по Ethernet (CODESYS)
4. Сетевые настройки контроллера (CODESYS)
5. Сетевые настройки компьютера (CODESYS)
6. Настройка связи между контроллером и ПК по USB (CODESYS)
7. Структура проекта (CODESYS)
8. Создание экранов визуализации (CODESYS)
9. Наполнение экрана MainScreen (CODESYS)
10. Наполнение экрана Trend (CODESYS)
11. Наполнение экрана Alarmjog (CODESYS)
12. Виды переменных; типы данных; определение глобальных переменных (CODESYS)
13. Языки программирования МЭК 61131-3: структурированный текст (ST – Structured Text).
14. Языки программирования МЭК 61131-3: последовательные функциональные схемы (SFC – Sequential Function Chart); диаграммы функциональных блоков (FBD – Function Block Diagram);
15. Языки программирования МЭК 61131-3: релейно-контактные схемы, или релейные диаграммы (LD – Ladder Diagram);

16. Языки программирования МЭК 61131-3: список инструкций (IL – Instruction List).
17. Среда программирования OwenLogic: графический интерфейс, создание нового проекта и его сохранение, открытие проекта для редактирования
18. Среда программирования OwenLogic: моделирование работы коммутационной программы
19. Среда программирования OwenLogic: сетевой обмен
20. Среда программирования OwenLogic: загрузка проекта в программируемый прибор
21. Функции логических элементов программы: битовые операции
22. Функции логических элементов программы: арифметические операции;
23. Функции логических элементов программы: операции сравнения и выбора
24. Функции логических элементов программы: операции логического битового сдвига и преобразования
25. Среда программирования OwenLogic: функциональные блоки программы

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по вопросам, приведенным в п. 7.2.4. Как правило, студенту задается 2 вопроса. При неполном ответе на поставленные вопросы студенту могут задаваться дополнительные вопросы.

Ответ на каждый вопрос (включая дополнительные) оценивается по четырехбалльной системе:

- «отлично» (5 баллов);
- «хорошо» (4 балла);
- «удовлетворительно» (3 балла);
- «неудовлетворительно» (2 балла).

Оценка «отлично» (5 баллов) выставляется в случае, если студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.

Оценка «хорошо» (4 балла) выставляется в случае, если студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.

Оценка «удовлетворительно» (3 балла) выставляется в случае, если студент демонстрирует частичное понимание заданий. Основные требования, предъявляемые к заданию, выполнены.

Оценка «не удовлетворительно» (2 балла) выставляется в случае, если студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.

Итоговая оценка определяется как среднеарифметическое. Если итоговая оценка больше или равна 2,7 - студенту выставляется оценка «зачтено», в противном случае – «не зачтено».

Экзамен проводится по билетам, в состав каждого из которых, как правило, включается два теоретических вопроса.

Ответ на каждый теоретический вопрос оценивается по четырехбалльной системе:

- «отлично» (5 баллов);
- «хорошо» (4 балла);
- «удовлетворительно» (3 балла);
- «неудовлетворительно» (2 балла).

Оценка «отлично» (5 баллов) выставляется в случае, если студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.

Оценка «хорошо» (4 балла) выставляется в случае, если студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.

Оценка «удовлетворительно» (3 балла) выставляется в случае, если студент демонстрирует частичное понимание заданий. Основные требования, предъявляемые к за-

данию, выполнены.

Оценка «не удовлетворительно» (2 балла) выставляется в случае, если студент демонстрирует непонимание заданий; нет ответа, не было попытки выполнить задание.

Итоговая оценка определяется как среднеарифметическое, округленное до ближайшего целого. При среднеарифметической оценке равной 2,5; 3,5 и 4,5 баллов она округляется до 3 («удовлетворительно»); 4 («хорошо») и 5 («отлично») баллов соответственно.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Дискретная реализация алгоритмов управления	ОПК-6, ОПК-14	требования к отчету лабораторных работ и выполнению практических заданий, требования к защите курсового проекта, вопросы к зачету, вопросы к экзамену.
2	Основы программирования на языке C++	ОПК-6, ОПК-14	требования к отчету лабораторных работ и выполнению практических заданий, требования к защите курсового проекта, вопросы к зачету, вопросы к экзамену.
3	Программирование микроконтроллера ATmega328P (Arduino)	ОПК-6, ОПК-14	требования к отчету лабораторных работ и выполнению практических заданий, требования к защите курсового проекта, вопросы к зачету, вопросы к экзамену.
4	Программирование технологических контроллеров на языках стандарта МЭК 61131-3 в среде CodeSys	ОПК-6, ОПК-14	требования к отчету лабораторных работ и выполнению практических заданий, требования к защите курсового проекта, вопросы к зачету, вопросы к экзамену.
5	Программная реализация систем логико-программного управления	ОПК-6, ОПК-14	требования к отчету лабораторных работ и выполнению практических заданий, требования к защите курсового проекта, вопросы к зачету, вопросы к экзамену.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компь-

ютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

- Рысин, М. Л. Основы программирования на языке C++ : учебное пособие / М. Л. Рысин, М. В. Сартаков, О. В. Макеева. — Москва : РТУ МИРЭА, 2022. — 118 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/239957>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- Основы программирования на языке C++: учебное пособие / А. И. Давыдов, Е. С. Калинина, И. Л. Саля, С. А. Ступаков. — Омск: ОмГУПС, 2022. — 86 с. — ISBN 978-5-949-41295-4. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/264491>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- Сильвашко, С. А. Основы программирования микроконтроллеров на C++ : учебное пособие / С. А. Сильвашко. — Оренбург: ОГУ, 2019. — 126 с. — ISBN 978-5-7410-2398-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160013>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- Настройка и программирование цифровых систем управления с использованием контроллеров, панелей оператора и частотных преобразователей (теория и практика) : учебное пособие / В. С. Кудряшов, А. В. Иванов, М. В. Алексеев [и др.]. — Воронеж : ВГУИТ, 2020. — 215 с. — ISBN 978-5-00032-459-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171034>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 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>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- Образовательный портал ВГТУ <https://old.education.cchgeu.ru/>
- Использование презентаций при проведении лекционных занятий.
- Электронная библиотека <http://www.iprbookshop.ru/>
- Электронно-библиотечная система Лань <https://e.lanbook.com>
- Пакет прикладных математических программ Scilab (MatLab)
- Среда программирования CODESYS

https://owen.ru/product/codesys_v3/documentation

- Среда программирования OwenLogic

https://owen.ru/catalog/programmnoe_obespechenie_owen_logic

- Руководство пользователя

https://owen.ru/product/programmnoe_obespechenie_owen_logic/software

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Компьютерный класс, Лаборатория микропроцессорной техники

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Программирование технологических контроллеров» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков проектирования программного обеспечения. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в методических указаниях. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лек-

	цию по соответствующей теме, ознакомится с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом, экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--