**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«27» _____04_____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ КОНТРОЛЛЕРЫ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы автоматизации технологических процессов и производств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет вычислительных систем (ФВС)**
Кафедра: **Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2022 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 7 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Практические занятия | 36 | 36 | часов |
| Самостоятельная работа | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 72 | 72 | часов |
| | 2 | 2 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Зачет с оценкой | 7 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 27.04.2022
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 66971

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Приобретение студентами знаний и практических навыков, необходимых при создании и обслуживании современных АСУ ТП, имеющих в своем составе ПЛК.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Ознакомление студентов с современными микропроцессорными средствами автоматизации технологических процессов - программируемыми логическими контроллерами (ПЛК).
2. Ознакомление студентов с языками программирования ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016.
3. Освоение студентами средств разработки программного обеспечения для ПЛК.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: ФТД. Факультативные дисциплины.

Индекс дисциплины: ФТД.01.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| ОПК-14. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения | ОПК-14.1. Знает методы алгоритмизации, языки и технологии программирования | Знает принципы организации функциональных и интерфейсных связей вычислительных систем с объектами автоматизации. Синтаксис и семантику алгоритмического языка программирования, принципы и методологию построения алгоритмов программных систем |
| | ОПК-14.2. Умеет применять методы алгоритмизации, языки и технологии программирования при решении профессиональных задач | Умеет выбирать средства при проектировании систем автоматизации управления, программировать и отлаживать системы на базе контроллеров; проектировать простые программные алгоритмы и реализовывать их с помощью современных средств программирования |
| | ОПК-14.3. Владеет практическими навыками программирования | Владеет навыками проектирования простых программных алгоритмов и их реализации на языках программирования стандарта ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016 (IL, LD, FBD, ST, SFC). |
| **Профессиональные компетенции** | | |

Согласована на портале № 66971

| | | |
|---|---|---|
| ПК-3. Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) конструкторской, проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств; разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечения средств и систем автоматизации и управления технологическими процессами и производствами; выбирать аппаратно-программные средства и технологии для автоматических и автоматизированных систем контроля и управления технологическими процессами и производствами; разрабатывать простые узлы и блоки аппаратно-программных комплексов автоматических и автоматизированных систем контроля и управления технологическими процессами и производствами. | ПК-3.1. Знает технологии создания программ, средств и систем автоматизации с учетом требований нормативных документов. | Знает принципы организации и состав программного обеспечения АСУ ТП, методику проектирования. Назначение программируемых логических контроллеров, структуру их аппаратной части и программного обеспечения. |
| | ПК-3.2. Умеет выбирать аппаратно-программные средства и технологии для решения поставленных задач в соответствии с заданными критериями. | Умеет применять принципы автоматизации технологических процессов с использованием ПЛК, разделять задачи, решаемые в рамках автоматизированной системы между средним и верхним уровнями автоматизации. |
| | ПК-3.3. Владеет средствами разработки систем автоматизации технологических процессов и производств. | Владеет навыками работы в интегрированной среде разработки прикладного программного обеспечения для ПЛК. |

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 академических часов. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в

Согласована на портале № 66971

таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 7 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 36 | 36 |
| Практические занятия | 36 | 36 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 36 | 36 |
| Подготовка к тестированию | 10 | 10 |
| Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 10 | 10 |
| Подготовка к зачету с оценкой | 16 | 16 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 72 | 72 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 2 | 2 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Прак. зан., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | |
| 1 Структура аппаратного и программного обеспечения ПЛК. | 4 | 6 | 10 | ОПК-14, ПК-3 |
| 2 Средства разработки прикладного программного обеспечения для ПЛК. | 8 | 6 | 14 | ОПК-14, ПК-3 |
| 3 Текстовые языки программирования ПЛК. | 8 | 10 | 18 | ОПК-14, ПК-3 |
| 4 Графические языки программирования ПЛК. | 12 | 8 | 20 | ОПК-14, ПК-3 |
| 5 Организация связи ПЛК со SCADA-системой. | 4 | 6 | 10 | ОПК-14, ПК-3 |
| Итого за семестр | 36 | 36 | 72 | |
| Итого | 36 | 36 | 72 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | |

Согласована на портале № 66971

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Структура аппаратного и программного обеспечения ПЛК. | Общая структура с указанием основных функциональных компонентов системы с программируемым логическим контроллером. Модель аппаратного обеспечения программируемого контроллера. Типовая конфигурация интерфейсов/портов ПЛК-системы. Операционная система ПЛК. Прикладная программа ПЛК. | - | ОПК-14, ПК-3 |
| | Итого | - | |
| 2 Средства разработки прикладного программного обеспечения для ПЛК. | Функциональные возможности средств разработки прикладного программного обеспечения для ПЛК. | - | ОПК-14, ПК-3 |
| | Итого | - | |
| 3 Текстовые языки программирования ПЛК. | Синтаксис и семантика текстовых языков программирования ПЛК - списка инструкций (IL - Instruction List ) и структурированного текста (ST - Structured Text ). | - | ОПК-14, ПК-3 |
| | Итого | - | |
| 4 Графические языки программирования ПЛК. | Возможности графических языков программирования ПЛК. Релейно-контактные схемы (LD - Ladder Diagram). Функциональные блоковые диаграммы (FBD - Function Block Diagram). Организация программ с помощью SFC (Sequential Function Chart – последовательные функциональные схемы). | - | ОПК-14, ПК-3 |
| | Итого | - | |
| 5 Организация связи ПЛК со SCADA-системой. | Способы взаимодействия ПЛК и SCADA-систем. Протоколы и интерфейсы. | - | ОПК-14, ПК-3 |
| | Итого | - | |
| Итого за семестр | | - | |
| Итого | | - | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | |
| 1 Структура аппаратного и программного обеспечения ПЛК. | Типовая структура ПЛК. | 4 | ОПК-14, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 66971

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Средства разработки прикладного программного обеспечения для ПЛК. | Разработка прикладного программного обеспечения для ПЛК в среде CoDeSys. | 4 | ОПК-14, ПК-3 |
| | Визуализация прикладных задач ПЛК в среде CoDeSys. | 4 | ОПК-14, ПК-3 |
| | Итого | 8 | |
| 3 Текстовые языки программирования ПЛК. | Разработка прикладного ПО ПЛК на языке IL (Instruction List – список инструкций). | 4 | ОПК-14, ПК-3 |
| | Разработка прикладного ПО ПЛК на языке ST (Structured Text – структурированный текст). | 4 | ОПК-14, ПК-3 |
| | Итого | 8 | |
| 4 Графические языки программирования ПЛК. | Организация прикладного ПО ПЛК с использованием возможностей SFC (Sequential Function Chart – последовательные функциональные схемы). | 4 | ОПК-14, ПК-3 |
| | Разработка прикладного ПО ПЛК на языке FBD (Function Block Diagram – функциональные блоковые диаграммы). | 4 | ОПК-14, ПК-3 |
| | Разработка прикладного ПО ПЛК на языке LD (Ladder Diagram – релейно-контактные схемы). | 4 | ОПК-14, ПК-3 |
| | Итого | 12 | |
| 5 Организация связи ПЛК со SCADA-системой. | Организация взаимодействия ПЛК и SCADA. | 4 | ОПК-14, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 36 | |
| Итого | | 36 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | |

Согласована на портале № 66971

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 Структура аппаратного и программного обеспечения ПЛК. | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-14, ПК-3 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 2 | ОПК-14, ПК-3 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ОПК-14, ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Итого | 6 | | |
| 2 Средства разработки прикладного программного обеспечения для ПЛК. | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-14, ПК-3 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 2 | ОПК-14, ПК-3 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ОПК-14, ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Итого | 6 | | |
| 3 Текстовые языки программирования ПЛК. | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-14, ПК-3 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 2 | ОПК-14, ПК-3 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Подготовка к зачету с оценкой | 6 | ОПК-14, ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Итого | 10 | | |
| 4 Графические языки программирования ПЛК. | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-14, ПК-3 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 2 | ОПК-14, ПК-3 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ОПК-14, ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Итого | 8 | | |
| 5 Организация связи ПЛК со SCADA-системой. | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-14, ПК-3 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 2 | ОПК-14, ПК-3 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ОПК-14, ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Итого | 6 | | |
| Итого за семестр | | 36 | | |
| Итого | | 36 | | |

**5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины,**

Согласована на портале № 66971

**и видов учебной деятельности**

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | Формы контроля |
|---|---|---|---|
| | Прак. зан. | Сам. раб. | |
| ОПК-14 | + | + | Зачёт с оценкой, Отчет по практическому занятию (семинару), Тестирование |
| ПК-3 | + | + | Зачёт с оценкой, Отчет по практическому занятию (семинару), Тестирование |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | |
| Зачёт с оценкой | 0 | 0 | 30 | 30 |
| Тестирование | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Отчет по практическому занятию (семинару) | 8 | 12 | 20 | 40 |
| Итого максимум за период | 18 | 22 | 60 | 100 |
| Нарастающим итогом | 18 | 40 | 100 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 – 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 – 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 – 84 | C (хорошо) |
| | 70 – 74 | D (удовлетворительно) |

Согласована на портале № 66971

| | | |
|---|---|---|
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 – 69 | |
| | 60 – 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Нестеров А. Л. Проектирование АСУТП. Методическое пособие. Книга 2. – СПб.: Деан, 2009. – 944 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.).

2. Гофман, П. М. Инструменты программирования промышленных контроллеров. CoDeSys : учебное пособие / П. М. Гофман, П. А. Кузнецов. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2019. — 94 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Для авториз. пользователей. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/147515.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Гофман, П. М. Инструменты программирования промышленных контроллеров. SFC : учебное пособие / П. М. Гофман, П. А. Кузнецов, В. В. Лосев. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2019. — 84 с. — ISBN 978-5-86433-800-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Для авториз. пользователей. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/147514.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Первые шаги с CoDeSys. 3S-Smart Software Solutions GmbH. Русская редакция ПК «Пролог» 2004 – 9 с. ил. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://new.kcup.tusur.ru/sites/default/files/library/first_steps_with_codesys.pdf.

2. Руководство пользователя по программированию ПЛК в CoDeSys 2.3. 3S - Smart Software Solutions GmbH. ПК Пролог. 2008 – 452 с. ил. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://new.kcup.tusur.ru/sites/default/files/library/codesys_v23_ru.pdf.

3. Визуализация CoDeSys. Дополнение к руководству пользователя по программированию ПЛК в CoDeSys 2.3. 3S - Smart Software Solutions GmbH. ПК Пролог. 2008 – 103 с.ил. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://new.kcup.tusur.ru/sites/default/files/library/codesys_visu_v23_ru.pdf.

#### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

Согласована на портале № 66971

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория гидравлической и пневматической техники: учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 214 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторный стенд "Основы пневмоавтоматики";
- Лабораторный стенд "Основы пневмоавтоматики с пневматическими исполнительными механизмами";
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- CodeSys 2.3;
- CodeSys 3.5;
- Google Chrome;
- Microsoft Windows 7 Professional;

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 8.3. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения

Согласована на портале № 66971

**дисциплины**

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Структура аппаратного и программного обеспечения ПЛК. | ОПК-14, ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |
| 2 Средства разработки прикладного программного обеспечения для ПЛК. | ОПК-14, ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |
| 3 Текстовые языки программирования ПЛК. | ОПК-14, ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |
| 4 Графические языки программирования ПЛК. | ОПК-14, ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |
| 5 Организация связи ПЛК со SCADA-системой. | ОПК-14, ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |

Согласована на портале № 66971

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале<br>или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |

Согласована на портале № 66971

| | |
|---|---|
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Из ниже приведенных языков программирования определяемых ГОСТ Р МЭК 61131-3 выберите текстовые языки:
   а) IL;
   б) ST;
   в) SFC;
   г) FBD;
   д) LD.
2. Из ниже приведенных языков программирования определяемых ГОСТ Р МЭК 61131-3 выберите графические языки:
   а) IL;
   б) ST;
   в) SFC;
   г) FBD;
   д) LD.
3. Константа это:
   а) элемент языка, на котором выполняется операция;
   б) элемент языка, указывающий на элемент данных с фиксированным значением;
   в) элемент языка, соответствующий системе программируемого контроллера;
   г) элемент языка, который во время выполнения обычно вырабатывает результат в виде одного элемента данных и, возможно, дополнительные выходные переменные.
4. Конфигурация (configuration) это:
   а) элемент языка, на котором выполняется операция;
   б) элемент языка, указывающий на элемент данных с фиксированным значением;
   в) элемент языка, соответствующий системе программируемого контроллера;
   г) элемент языка, который во время выполнения обычно вырабатывает результат в виде одного элемента данных и, возможно, дополнительные выходные переменные.
5. Операнд (operand) это:
   а) элемент языка, на котором выполняется операция;
   б) элемент языка, указывающий на элемент данных с фиксированным значением;
   в) элемент языка, соответствующий системе программируемого контроллера;
   г) элемент языка, который во время выполнения обычно вырабатывает результат в виде одного элемента данных и, возможно, дополнительные выходные переменные.
6. Функция (function) это:
   а) элемент языка, на котором выполняется операция;
   б) элемент языка, указывающий на элемент данных с фиксированным значением;
   в) элемент языка, соответствующий системе программируемого контроллера;
   г) элемент языка, который во время выполнения обычно вырабатывает результат в виде одного элемента данных и, возможно, дополнительные выходные переменные.
7. Переменная (variable) это:
   а) элемент языка, на котором выполняется операция;
   б) элемент языка, указывающий на элемент данных с фиксированным значением;
   в) объект программного обеспечения, который может принимать различные значения, в каждый момент времени только одно значение;
   г) элемент языка, который во время выполнения обычно вырабатывает результат в виде одного элемента данных и, возможно, дополнительные выходные переменные.
8. В языках программирования устанавливаемых ГОСТ Р МЭК 61131-3 в качестве оператора присвоения используется:
   а) "=";

Согласована на портале № 66971

б) ":=";
в) "==".

9. В языках программирования устанавливаемых ГОСТ Р МЭК 61131-3 многострочные комментарии разделяются в начале и в конце специальными комбинациями символов:
   а) //...//;
   б) (*...*);
   в) /*...*/.
10. Логический тип данных в языках программирования устанавливаемых ГОСТ Р МЭК 61131-3 обозначается ключевым словом:
   а) INT;
   б) BOOL;
   в) REAL;
   г) WORD.
11. Действительный (вещественный) тип данных в языках программирования устанавливаемых ГОСТ Р МЭК 61131-3 обозначается ключевым словом:
   а) LREAL;
   б) INT;
   в) BOOL;
   г) REAL;
   д) WORD.
12. Элементарные типы данных INT (целое) в языках программирования устанавливаемых ГОСТ Р МЭК 61131-3 имеет число бит на элемент данных:
   а) 8;
   б) 16;
   в) 32;
   г) 64.
13. Элементарные типы данных REAL (вещественное) в языках программирования устанавливаемых ГОСТ Р МЭК 61131-3 имеет число бит на элемент данных:
   а) 8;
   б) 16;
   в) 32;
   г) 64.
14. В языке ST (Structured Text - структурированный текст) оператор выбора обозначается ключевым словом:
   а) IF;
   б) CASE;
   в) WHILE;
   г) REPEAT.
15. В языке ST (Structured Text - структурированный текст) оператор итерации обозначается ключевым словом:
   а) FOR;
   б) IF;
   в) CASE;
   г) WHILE;
   д) REPEAT.
16. Ограничивающими ключевыми словами для функции являются:
   а) PROGRAM ... END_PROGRAM;
   б) FUNCTION_BLOCK ... END_FUNCTION_BLOCK;
   в) FUNCTION ... END_FUNCTION.
17. В языке LD (Ladder Diagram – релейно-контактные схемы) символом -|/|- обозначается:
   а) нормально разомкнутый контакт;
   б) нормально замкнутый контакт;
   в) контакт, чувствительный к положительному переходу;
   г) контакт, чувствительный к отрицательному переходу.
18. В языке LD (Ladder Diagram – релейно-контактные схемы) символом -| |- обозначается:
   а) нормально разомкнутый контакт;
   б) нормально замкнутый контакт;

Согласована на портале № 66971

в) контакт, чувствительный к положительному переходу;
г) контакт, чувствительный к отрицательному переходу.

19. В языке LD (Ladder Diagram – релейно-контактные схемы) символом -|N|- обозначается:
    а) нормально разомкнутый контакт;
    б) нормально замкнутый контакт;
    в) контакт, чувствительный к положительному переходу;
    г) контакт, чувствительный к отрицательному переходу.
20. В языке LD (Ladder Diagram – релейно-контактные схемы) символом -|P|- обозначается:
    а) нормально разомкнутый контакт;
    б) нормально замкнутый контакт;
    в) контакт, чувствительный к положительному переходу;
    г) контакт, чувствительный к отрицательному переходу.

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Разработать программу для ПЛК обеспечивающую работу подсистемы загрузки и подачи сырья состоящей из: трех гидроцилиндров (1-3), гидрораспределителя, гидронасоса, датчиков конечного положения гидроцилиндров. Штоки гидроцилиндров 2 и 3 связаны между собой. Система должна функционировать по следующему алгоритму:
   Стадия 1. Загрузка сырья. Гидроцилиндры 1,2,3 неподвижны и находятся в задвинутом положении осуществляется загрузка сырья. Время загрузки сырья - T1 устанавливается в пределах от 0 до 180 с. По истечении времени T1 осуществляется переход на Стадию 2.
   Стадия 2. Прекращение загрузки сырья. Закрытие цилиндра-отсекателя двумя гидроцилиндрами 2 и 3. Оба гидроцилиндра выдвигаются одновременно до конечной точки. По достижении конечного положения происходит останов гидроцилиндров 2 и 3 и переход к Стадии 3. Если в течении времени T2 (устанавливается в пределах от 0 до 180 с) гидроцилиндры 2 и 3 не достигли конечной точки формируется аварийное сообщение и производится отключение гидронасоса.
   Стадия 3. Прессование (дозирование) поршнем сырья (подача сырья). На данной стадии осуществляется прессование (дозирование) поршнем сырья, путем выдвижения штока гидроцилиндра 1, после достижения гидроцилиндром 1 конечного положения происходит его удержание в данном положении в течении времени T3 (устанавливается в пределах от 0 до 180 с) затем осуществляется переход к Стадии 4. Если в течении времени T4 (устанавливается в пределах от 0 до 180 с) гидроцилиндр 1 не достиг конечной точки формируется аварийное сообщение и производится отключение гидронасоса.
   Стадия 4. Подготовка к загрузке. На данной стадии поршень и цилидр-отсекатель возвращаются в исходное положение. Гидроцилиндры 1, 2 и 3 одновременно начинают задвигаться, вытягивая поршень и цилиндр-отсекатель до конечного положения, затем осуществляется переход на стадию 1. Если в течении времени T2 (устанавливается в пределах от 0 до 180 с) гидроцилиндры 2 и 3 не достигли конечной точки формируется аварийное сообщение и производится отключение гидронасоса. Если в течении времени T4 (устанавливается в пределах от 0 до 180 с) гидроцилиндр 1 не достиг конечной точки формируется аварийное сообщение и производится отключение гидронасоса.
2. Автоматическая установка состоит из трех пневматических цилиндров, шести датчиков положения (герконы), одного двигателя постоянного тока и световой колонны. Всеми перемещениями механизмов и индикацией световой колонны управляет ПЛК. В качестве органов управления используются кнопки расположенные на лицевой панели ПЛК. "Вверх+Альт" - Аварийный останов (1 – активация; 0 - деактивация.); "Вниз+Альт" - переключение режима Ручной/Авто (0 – ручной; 1 – автоматический); "Ввод+Альт" - Старт (авто)/Выдвижение выбранного цилиндра (ручной); "Выход+Альт" - Втягивание выбранного цилиндра (ручной); "Вверх" - Выбор цилиндра 1 (ручной); "Вниз" - Выбор цилиндра 2 (ручной); "Ввод" - Выбор цилиндра 3 (ручной); "Выход" - Включение двигателя (ручной). При включении установки все компоненты должны оставаться в своих стартовых позициях, цилиндры 1, 2 и 3 втянуты, двигатель выключен. Выбор режима работы автоматический/ручной может быть осуществлен одновременным нажатием кнопок "Вниз+Альт". Установка начинает свою работу только если режим аварийного останова не активирован (одновременное нажатие кнопок "Вверх+Альт").

Согласована на портале № 66971

Необходимо реализовать один из режимы работы установки "Аварийный останов", "Автоматический режим 1", "Автоматический режим 2", "Ручной режим управления".

3. "Аварийный останов". В любой момент, при нажатии кнопки аварийного останова "Вверх+Альт" прерывается работа всех механизмов (цилиндры 1 и 2 втягиваются, цилиндр 3 остается в текущем положении, двигатель выключается),
   механизмы не реагируют на нажатия любых кнопок кроме "Вверх+Альт" .Непрерывно горит красный сигнал световой колонны. На экране визуализации (или экране ПЛК) отображается актуальная информация о режиме и состояниях (ON/OFF) программных переключателей.
4. "Автоматический режим 1" - Цилиндры 1, 2 и 3 в стартовых позициях, двигатель выключен. Переключатель "Вниз+Альт" включен. Готовность системы к работе в автоматическом режиме отображается миганием зеленого сигнала световой колонны (~ 1 Гц). 1. Нажатие кнопки "Ввод+Альт" запускает автоматический цикл. 1) Зеленый сигнал световой колонны загорается непрерывно, включается двигатель и запускается таймер на 2 секунды. 2) Через 2 секунды цилиндр 3 выдвигается. 3) Когда цилиндр 3 выдвинут (3B2) цилиндр 1 выдвигается. 4) Когда цилиндр 1 выдвинут (1B2) цилиндр 3 втягивается. 5) Когда цилиндр 3 втянут (3B1) цилиндр 2 выдвигается. 6) Когда цилиндр 2 выдвинут (2B2) цилиндр 3 выдвигается. Зеленый сигнал световой колонны начинает мигать (~ 1 Гц). Автоматический цикл закончен. На экране визуализации (или экране ПЛК) отображается актуальная информация о режиме и состояниях (ON/OFF) программных переключателей.
5. "Автоматический режим 2" - Цилиндры 1, 2 и 3 в стартовых позициях, двигатель выключен. Переключатель "Вниз+Альт" включен. Готовность системы к работе в автоматическом режиме отображается миганием зеленого сигнала световой колонны (~ 1 Гц). 1. Нажатие кнопки "Ввод+Альт" запускает автоматический цикл. 1) Зеленый сигнал световой колонны загорается непрерывно, запускается таймер на 5 секунд. 2) Через 5 секунд цилиндр 3 выдвигается. 3) Когда цилиндр 3 выдвинут (3B2) цилиндр 1 втягивается. 4) Когда цилиндр 1 втянут (1B1) цилиндр 3 втягивается. 5) Когда цилиндр 3 втянут (3B1) двигатель выключается, цилиндр 2 втягивается. 6) Когда цилиндр 2 втянут (2B1) зеленый сигнал световой колонны начинает мигать (~ 1 Гц). Автоматический цикл закончен. На экране визуализации (или экране ПЛК) отображается актуальная информация о режиме и состояниях (ON/OFF) программных переключателей.
6. "Ручной режим". Начальные условия: Цилиндры 1, 2 и 3 в стартовых позициях, двигатель выключен. Переключатель "Вниз+Альт" выключен. Готовность системы к работе в ручном режиме отображается непрерывно горящем желтым сигналом световой колонны. В данном режиме перемещения механизмов независимы друг от друга и не связаны циклической последовательностью действий. Управление пневмоцилиндрами и двигателем осуществляется путем нажатия кнопок на лицевой панели ПЛК. На экране визуализации (или экране ПЛК) отображается актуальная информация о режиме и состояниях (ON/OFF) программных переключателей.

### 9.1.3. Темы практических занятий

1. Типовая структура ПЛК.
2. Разработка прикладного программного обеспечения для ПЛК в среде CoDeSys.
3. Визуализация прикладных задач ПЛК в среде CoDeSys.
4. Разработка прикладного ПО ПЛК на языке IL (Instruction List – список инструкций).
5. Разработка прикладного ПО ПЛК на языке ST (Structured Text – структурированный текст).
6. Организация прикладного ПО ПЛК с использованием возможностей SFC (Sequential Function Chart – последовательные функциональные схемы).
7. Разработка прикладного ПО ПЛК на языке FBD (Function Block Diagram – функциональные блоковые диаграммы).
8. Разработка прикладного ПО ПЛК на языке LD (Ladder Diagram – релейно-контактные схемы).
9. Организация взаимодействия ПЛК и SCADA.

Согласована на портале № 66971

### 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### 9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается

Согласована на портале № 66971

доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 66971

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП
протокол № 10 от « 5 » 4 2022 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. КСУП | Ю.А. Шурыгин | Согласовано, 86bee96a-108e-4833-aead-5229de651610 |
| Заведующий обеспечивающей каф. КСУП | Ю.А. Шурыгин | Согласовано, 86bee96a-108e-4833-aead-5229de651610 |
| Начальник учебного управления | Г.Н. Нариманова | Согласовано, eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. КСУП | В.П. Коцубинский | Согласовано, c419f53f-49cc-47af-ae73-347645e37cfd |
| Доцент, каф. КСУП | Т.Е. Григорьева | Согласовано, d848614c-1d2f-4e32-b86c-1029abc0b2d5 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. КСУП | А.Е. Карелин | Разработано, be5e5f14-31a0-4660-9d9a-64bb3ec90995 |

Согласована на портале № 66971