



КГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Директор  
Института электроэнергетики и  
электроники

\_\_\_\_\_ Р.Р. Гибадуллин

« 24 » февраля 2026г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

#### Б1.В.01 Цифровые системы автоматизации и управления

Направление подготовки	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль)	Цифровая автоматизация и роботизация в энергетике _____
Квалификация	_____ Магистр

г. Казань, 2026\_

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
ТОЭ	Доцент, к.т.н.	Вассунова Ю.Ю.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	Кафедра – разработчик «Теоретические основы электротехники»	28.01.2026	№7	Зав. кафедрой, д.т.н., профессор Садыков М.Ф.
Согласована	Выпускающая кафедра – «Теоретические основы электротехники»	28.01.2026	№7	Зав. кафедрой, д.т.н., профессор Садыков М.Ф.
Согласована	Учебно-методический совет ИЭЭ	24.02.2025	№5	Директор ИЭЭ, к.т.н., доцент Гибадуллин Р.Р.
Одобрена	Ученый совет ИЭЭ	24.02.2025	№6	Директор ИЭЭ, к.т.н., доцент Гибадуллин Р.Р.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является формирование у магистрантов системных знаний и практических навыков в области проектирования, анализа и применения современных цифровых систем автоматизации и управления (САУ) для интеллектуализации и повышения эффективности объектов электроэнергетики.

Задачами дисциплины являются:

- изучить архитектуру, компоненты и стандарты современных цифровых САУ (АСУ ТП) в энергетике;
- сформировать умения анализировать и выбирать аппаратно-программные платформы для реализации систем управления;
- освоить принципы программирования ПЛК, построения SCADA/HMI и интеграции с уровнями MES/ERP;
- рассмотреть применение промышленных сетей связи и кибербезопасность АСУ ТП;
- изучить современные тренды: Industrial IoT, цифровые двойники, предиктивная аналитика и роботизированные системы в энергетике.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-1 Способен осуществлять эксплуатацию, развитие и цифровую трансформацию систем автоматизации и управления технологическими процессами (АСУ ТП) энергообъектов	ПК-1.1 Способен управлять режимами и восстановлением работоспособности цифровых систем автоматизации энергообъектов

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. \_

Б1.О.07 Математические методы моделирования и прогнозирования

Б1.В.02 Программируемые логические контроллеры автоматизированных систем

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. \_

Б1.В.03 Эксплуатация и техническое обслуживание систем автоматизации

Б2.В.02(П) Производственная практика (проектная)

Б2.В.03(Пд) Производственная практика (преддипломная)

Б3.01 Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)		
			1		
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>108</b>		
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	32	32		
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0,7	24	24		
Лекции	0,4	16	16		
Практические (семинарские) занятия	0,2	8	8		
Лабораторные работы	-	-	-		
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	2,3	84	84		
Проработка учебного материала	2,3	84	84		
Курсовой проект					
Курсовая работа					
Подготовка к промежуточной аттестации					
Промежуточная аттестация:			3		
			-		

#### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1. Архитектурные основы и нижний уровень цифровых САУ	44	6	-	4	34	ТК1	ПК-1.1.3 ПК-1.1.У ПК-1.1.В
Раздел 2. Системы связи и операторский интерфейс	38	6	-	2	30	ТК2	ПК-1.1.3 ПК-1.1.У
Раздел 3. Интеграция и перспективные технологии	26	4	-	2	20	ТК3	ПК-1.1.3 ПК-1.1.У ПК-1.1.В
Зачет	0				0	ОМ	ПК-1.1.3 ПК-1.1.У
<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>84</b>		

### 3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1: Архитектурные основы и нижний уровень цифровых САУ (Фундамент: "железо" и концепции)

Тема 1.1: Введение. Архитектура цифровых САУ в энергетике.

Эволюция АСУ ТП: от релейной логики к киберфизическим системам.

Модель Purdue/ISA-95 как основа для понимания уровней управления и интеграции.

Жизненный цикл цифровой системы автоматизации: от ТЗ до вывода из эксплуатации.

Тема 1.2: Аппаратные платформы (нижний уровень, Level 0-1).

Программируемые логические контроллеры (ПЛК): архитектура, процессорные модули, модули дискретного и аналогового ввода-вывода, специальные модули.

Критерии выбора аппаратной платформы ПЛК для задач энергообъекта (надежность, помехозащищенность, климатическое исполнение).

Устройства релейной защиты и автоматики (РЗА) с функциями ПЛК: интеллектуальные терминалы как часть цифровой системы.

Тема 1.3: Программирование ПЛК. Стандарт МЭК 61131-3.

Введение в стандарт МЭК 61131-3: программные модели, организация проекта.

Обзор языков программирования: LD (лестничные диаграммы), FBD (функциональные блоки), SFC (последовательные функциональные схемы), ST (структурированный текст).

Практическая демонстрация среды разработки (CODESYS/TIA Portal).

Разработка базовых алгоритмов управления для энергетике (пуск/останов агрегата, схема АВР).

Раздел 2: Системы связи и операторский интерфейс (Связующее звено: "нервная система" и "лицо" системы)

Тема 2.1: Промышленные сети и протоколы связи (горизонтальная и вертикальная интеграция).

Полевые шины (Fieldbus): PROFIBUS DP/PA, их роль в подключении датчиков и приводов.

Промышленный Ethernet: PROFINET (для детерминированного обмена данными), EtherCAT (для высокоскоростного управления).

OPC UA: как универсальный, платформонезависимый стандарт для безопасного обмена данными между устройствами разных производителей и системами верхнего уровня (вертикальная интеграция).

Тема 2.2: Операторский уровень (SCADA/HMI, Level 2).

Функции и основные компоненты SCADA-систем: серверы сбора данных (ИО-серверы), серверы архивирования, клиентские рабочие места.

Принципы разработки мнемосхем и человеко-машинного интерфейса (HMI): наглядность, эргономика, эффективность в аварийных ситуациях.

Функции работы с данными: тренды (графики), архивы событий и аналоговых значений, система тревог (алармов) и их квитирование.

Раздел 3: Интеграция и перспективные технологии (Интеллект и будущее: "мозг" и развитие системы)

Тема 3.1: Интеграция с корпоративными системами и кибербезопасность.

Связь уровня АСУ ТП (уровень 2) с уровнями MES (Manufacturing Execution System) и ERP (Enterprise Resource Planning) в соответствии с моделью ISA-95. Обмен производственными и коммерческими данными.

Основы кибербезопасности АСУ ТП (КИБ). Угрозы для энергообъектов, концепция "защищенного контура", базовые принципы сегментации сети и управления доступом.

Тема 3.2: Современные тенденции: IoT, цифровые двойники и аналитика.

Industrial Internet of Things (IIoT) в энергетике: подключение "умных" устройств, облачные платформы для данных (AWS IoT, Azure IoT).

Концепция цифрового двойника (Digital Twin): виртуальная модель энергооборудования или целого объекта для симуляции, оптимизации и анализа.

Предиктивная аналитика: использование исторических данных и машинного обучения для прогнозирования отказов и оптимизации режимов работы (например, ТОиР по фактическому состоянию).

### 3.4. Тематический план практических занятий

1. Анализ технического задания на АСУ ТП типового энергообъекта (распределенная подстанция, микрогрид). Выбор аппаратной платформы ПЛК.
2. Разработка программы управления на языке FBD/LD в среде CODESYS. Управление схемой собственных нужд подстанции.
3. Создание простой SCADA-страницы (HMI). Визуализация мнемосхемы управления, настройка аварийных сигналов.
4. Моделирование работы цифровой системы в целом. Запуск проекта (ПЛК + HMI), тестирование логики, анализ реакции на аварийные ситуации.

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

*«Данный вид работы не предусмотрен учебным планом».*

### 3.6. Курсовой проект /курсовая работа

*«Данный вид работы не предусмотрен учебным планом».*

## 4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-1	ПК-1.1	знать:				
		Знает архитектуру и жизненный цикл данных в цифровой системе управления энергообъекта	Свободно владеет архитектурой и жизненным циклом данных в цифровой системе управления	В основном знает архитектуру и жизненный цикл данных в цифровой системе управления энергообъекта	Частично знает архитектуру и жизненный цикл данных в цифровой системе управления энергообъекта	Не знает архитектуру и жизненный цикл данных в цифровой системе управления энергообъекта

		уметь:				
		Умеет выполнять диагностику и локализацию неисправности в цифровой системе управления с использованием инструментальных средств	Свободно умеет выполнять диагностику и локализацию неисправностей в цифровой системе управления с использованием инструментальных средств	В основном умеет выполнять диагностику и локализацию неисправностей в цифровой системе управления с использованием инструментальных средств	Не всегда умеет выполнять диагностику и локализацию неисправностей в цифровой системе управления с использованием инструментальных средств	Не умеет выполнять диагностику и локализацию неисправностей в цифровой системе управления с использованием инструментальных средств
		владеть:				
		Владеет навыками восстановления работоспособности на уровне оператора и инженера АСУ ТП	Уверенно владеет навыками восстановления работоспособности на уровне оператора и инженера	Владеет навыками восстановления работоспособности на уровне оператора и инженера	Частично владеет навыками восстановления работоспособности на уровне оператора и инженера	Не владеет навыками восстановления работоспособности на уровне оператора и инженера

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

*Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.*

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **5.1.1. Основная литература**

1. Баланов, А. Н. Автоматизация производства. Разработка и внедрение систем управления : учебное пособие для вузов / А. Н. Баланов. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 392 с. — ISBN 978-5-507-49363-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/417776>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Иванников, Валерий Павлович. Технические измерения и автоматизация в тепло- и электроэнергетике : учебное пособие / В. П. Иванников. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 296 с. : ил., табл. - ISBN 978-5-9729-1042-7. - Текст : непосредственный.

3. Карпов А. Г. Цифровые системы автоматического регулирования : учебное пособие / А. Г. Карпов. - Томск : Издательство ТУСУРа, 2015. - 216 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/110296>. - ISBN 978-5-86889-716-0. - Текст : электронный.

4. Савин М. М. Теория автоматического управления : учебное пособие для вузов / М. М. Савин, В. С. Елсуков, О. Н. Пятина; под ред. В. И. Лачина. -

Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. - 469 с. - Текст : непосредственный.

5. Петренко Ю. Н. Программное управление технологическими комплексами в энергетике : учебное пособие / Ю. Н. Петренко, С. О. Новиков, А. А. Гончаров. - Минск : Вышэйшая школа, 2013. - 407 с. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/338984>. - ISBN 978-985-06-2227-3. - Текст : электронный.

### 5.1.2. Дополнительная литература

1. Автоматизация и цифровые технологии в электроэнергетике : учебное пособие / сост. О. Г. Губаева. - Казань : КГЭУ, 2024. - 145 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru/>. - Текст : электронный.

2. Певзнер, Л. Д. Цифровые системы управления : учебное пособие / Л. Д. Певзнер. — Москва : РТУ МИРЭА, 2023. — 241 с. — ISBN 978-5-7339-1889-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/382505>. — Режим доступа: для авториз. пользователей

3. Свободно программируемые устройства в автоматизированных системах управления : учебное пособие для вузов / И. Г. Минаев, В.В. Самолейленко, Д. Г. Ушкур, И. В. Федоренко. - Ставрополь : Агрус, 2016. - 168 с. - ISBN 978-5-9596-1222-1. - Текст : непосредственный.

4. Тугов В. В. Проектирование автоматизированных систем управления : учебное пособие / В. В. Тугов, А. И. Сергеев, Н. С. Шаров. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2026. - 169 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/508785>. - ISBN 978-5-507-51265-2. - Текст : электронный.

5. Пьявченко Т. А. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA-системы TRACE MODE : учебное пособие / Т. А. Пьявченко. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 334 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/212153>. - ISBN 978-5-8114-1885-5. - Текст : электронный.

## 5.2. Информационное обеспечение

### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com/>)
2. ДК размещенный в LMS Moodle 3.03. Интернет тренажеры: [www.i-exam.ru](http://www.i-exam.ru).

### 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

1. Международная реферативная база данных ([http:// link.springer.com](http://link.springer.com)).
2. Научная электронная библиотека "eLIBRARY.RU" (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>).
3. Российская государственная библиотека (<http://www.rsl.ru>)
4. Энциклопедии, словари, справочники (URL: <http://www.rubricon.com>).

### 5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

1. Пользовательская операционная система Windows 10.
2. ПО для эффективного онлайн- взаимодействия преподавателя и студента LMS Moodle. Современное программное обеспечение. <https://download.moodle.org/releases/latest/>
3. Система поиска информации в сети интернет Браузер Chrome
4. Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PD Adobe Acrobat "ИРБИС 64 (модульная поставка): АРМ «Читатель», АРМ "Книговыдача

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

## 6. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www/kgeu.ru](http://www/kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **7. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию,

четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;
- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;
- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;
- формирование умения получать знания;
- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

**Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год**

№	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**  
по дисциплине

**Б1.В.01 Цифровые системы автоматизации и управления**

---

Направление подготовки

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность  
(профиль)

Цифровая автоматизация и роботизация в энергетике

Квалификация

Магистр



# 1. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции				
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий	
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54	
			Шкала оценивания				
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно	
			зачтено		не зачтено		
ПК-1 Способен осуществлять эксплуатацию, развитие и цифровую трансформацию систем автоматизации и управления технологическими процессами (АСУ ТП) энергообъектов	ПК-1.1. Способен управлять режимами и восстановлением работоспособности и цифровых систем автоматизации энергообъектов	знать:	Знает архитектуру и жизненный цикл данных в цифровой системе управления энергообъекта	Свободно владеет архитектурой и жизненным циклом данных в цифровой системе управления энергообъекта	В основном знает архитектуру и жизненный цикл данных в цифровой системе управления энергообъекта	Частично знает архитектуру и жизненный цикл данных в цифровой системе управления энергообъекта	Знает архитектуру и жизненный цикл данных в цифровой системе управления энергообъекта
		уметь:	Умеет выполнять диагностику и локализацию неисправности в цифровой системе управления с использованием инструментальных средств	Свободно умеет выполнять диагностику и локализацию неисправности в цифровой системе управления с использованием инструментальных средств	В основном умеет выполнять диагностику и локализацию неисправности в цифровой системе управления с использованием инструментальных средств	Не всегда умеет выполнять диагностику и локализацию неисправности в цифровой системе управления с использованием инструментальных средств	Не умеет выполнять диагностику и локализацию неисправности в цифровой системе управления с использованием инструментальных средств
		владеть:	Владеет навыками восстановления работоспособности на уровне оператора и инженера АСУ ТП	Уверенно владеет навыками восстановления работоспособности на уровне оператора и инженера	Владеет навыками восстановления работоспособности на уровне оператора и инженера	Частично владеет навыками восстановления работоспособности на уровне оператора и инженера	Не владеет навыками восстановления работоспособности на уровне оператора и инженера

Оценка «Отлично» выставляется студенту, который обладает всесторонними, систематизированными и глубокими знаниями материала учебной программы, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, усвоил основную и ознакомился с дополнительной литературой.

Оценка «Хорошо» выставляется студенту, обнаружившему полное знание материала учебной программы, успешно выполняющему

предусмотренные учебной программой задания, усвоившему материал основной литературы, рекомендуемой учебной программой.

Оценка «**Удовлетворительно**» выставляется студенту, который показал знание основного материала учебной программы в объеме, достаточном и необходимом для дальнейшей учебы, справился с выполнением заданий, знаком с основной литературой.

Оценка «**Неудовлетворительно**» выставляется студенту, не знающему основной части материала учебной программы, допускающему принципиальные ошибки в выполнении заданий, неуверенно с большими затруднениями выполняющему практические работы

## 2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Реферат (Рфр)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы	Темы рефератов
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий
Конспектирование учебного материала	Краткое текстовое представление переработанной информации	Перечень разделов

**3. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины**

### Текущий контроль ТК1:

Проверяемая компетенция: ПК-1.1.3, ПК-1.1.У, ПК-1.1.В

#### ТЕСТ

##### Вопрос 1.

Что понимается под «жизненным циклом данных» в цифровой системе управления энергообъекта от датчика до исполнительного механизма?

1. Процесс физического старения кабельных линий и разъемов.
2. Период времени от калибровки датчика до его выхода из строя.
3. Последовательность преобразований сигнала: сбор (измерение), первичная обработка (фильтрация/масштабирование), передача по сети, обработка в контроллере (алгоритмы), обратное преобразование в управляющий сигнал и выдача на исполнительное устройство.

4. Процесс резервного копирования и архивации трендов на сервере.

**Правильный ответ: 3**

**Вопрос 2**

Какая топология сети используется на нижнем уровне (уровень ввода/вывода) современной распределенной системы управления (PCU) для подключения удаленных модулей ввода-вывода к контроллеру?

1. Только «звезда» с обязательным управляемым коммутатором в центре.
2. Только «общая шина» с терминаторами на концах (по типу RS-485).
3. Произвольная топология, определяемая удобством монтажника.
4. Кольцо (Ring) или звезда, часто с использованием протоколов реального времени (EtherCAT, PROFINET IRT, Modbus TCP), обеспечивающих детерминизм.

**Правильный ответ: 4**

**Вопрос 3**

Какая из перечисленных характеристик относится к архитектуре «распределенного ввода-вывода»?

1. Все сигналы с объекта заводятся непосредственно в клеммные ряды центрального процессорного шкафа.
2. Модули ввода-вывода находятся в непосредственной близости от датчиков и механизмов и связываются с основным контроллером по полевой шине.
3. Контроллеры не используются, все сигналы идут напрямую на сервер операторной.
4. Используются только аналоговые линии связи 4-20 мА без какой-либо цифровой обработки.

**Правильный ответ: 2**

**Вопрос 4**

В жизненном цикле данных при аналого-цифровом преобразовании, что такое «время цикла» (scan time) контроллера и почему оно критично?

1. Время, за которое оператор вводит данные с клавиатуры.
2. Период, с которым контроллер считывает входные данные, выполняет пользовательскую программу и обновляет выходы; должно быть меньше постоянной времени технологического процесса для гарантии управляемости.
3. Время загрузки новой прошивки в контроллер.
4. Время полного оборота жесткого диска сервера.

**Правильный ответ: 2**

**Вопрос 5**

Какие данные, циркулирующие в системе управления, обычно имеют наивысший приоритет при передаче по сети?

1. Видеопоток с камер наблюдения.
2. Архивные данные и исторические тренды.
3. События останова/защит и сигналы противоаварийной автоматики.
4. Электронная почта и документооборот АСУ ТП.

**Правильный ответ: 3**

**Вопрос 6**

Оператор сообщает, что клапан (регулирующая заслонка) не открывается при подаче команды с мнемосхемы. Каков ваш первый шаг как инженера АСУ ТП для локализации неисправности?

1. Сразу заменить электродвигатель клапана.

2. Проверить наличие питания на щитке клапана и диагностику самого привода (self-diagnostics), доступную по HART-протоколу или дискретным датчикам положения.
3. Перезагрузить сервер базы данных.
4. Изменить уставку технологической защиты.

**Правильный ответ: 2**

### **Вопрос 7**

На экране программируемого логического контроллера (ПЛК) горит индикатор ERROR (или SF). Какое инструментальное средство следует использовать в первую очередь для диагностики?

1. Осциллограф для проверки формы сигнала на выходе модуля питания.
2. Среду программирования (IDE) данного контроллера для чтения буфера диагностических сообщений и кода ошибки.
3. Инфракрасный термометр для проверки температуры процессора.
4. Тестер-мультиметр для прозвонки всех кабелей.

**Правильный ответ: 2**

### **Вопрос 8**

Аналоговый сигнал давления (4-20 мА) на входном модуле контроллера показывает значение, соответствующее 22 мА (выше верхней границы). Что это может означать?

1. В системе высокое давление (штатная ситуация).
2. Обрыв линии связи датчика.
3. Короткое замыкание в линии (или датчик неисправен и выдает ток выше 20 мА, либо неисправен модуль ввода).
4. Просто сбилась настройка масштабирования в SCADA.

**Правильный ответ: 3**

### **Вопрос 9**

Для диагностики физического подключения устройства по протоколу Modbus RTU (RS-485) вы используете мультиметр. Какие параметры вы будете проверять в первую очередь?

1. Тактовую частоту процессора ведущего устройства.
2. Напряжение смещения между линиями А и В (в покое должно быть около 0В, при передаче — перепады), а также наличие земли (GND) и целостность кабеля.
3. Уровень Wi-Fi сигнала.
4. Соответствие MAC-адреса устройства.

**Правильный ответ: 2**

### **Вопрос 10**

Вы подозреваете, что аналоговый модуль ввода вышел из строя. Каким инструментальным средством можно быстро проверить его работоспособность, отключив от полевой проводки?

1. Поднести магнит к корпусу модуля.
2. Подать на его клеммы эталонный сигнал от калибратора тока (например, 12 мА) и сверить показания в программе контроллера.
3. Подключить вместо датчика обычную лампочку 220В.
4. Прозвонить тестером все контакты разъема на короткое замыкание между собой.

**Правильный ответ: 2**

**Часть 3. Восстановление работоспособности (Навыки)**

### **Вопрос 11**

При диагностике вы обнаружили, что вышел из строя блок питания (PSU) в шкафу контроллера, имеющего горячее резервирование (Redundant PSU). Ваши действия на уровне инженера?

1. Обесточить весь шкаф для замены, даже если второй блок работает.
2. Произвести «горячую» замену (hot-swap) неисправного блока питания на исправный аналогичный, убедившись в отсутствии короткого замыкания, так как система должна оставаться работоспособной.
3. Перезагрузить процессорный модуль, чтобы "сбросить" ошибку питания.
4. Ничего не делать, так как резервирование все равно работает.

**Правильный ответ: 2**

### **Вопрос 12**

В интерфейсе оператора (SCADA) появилось сообщение «Связь с контроллером №5 потеряна». После осмотра выяснилось, что сетевой коммутатор, к которому подключен контроллер, не подает признаков жизни (не горят лампочки). Ваши действия:

1. Заменить контроллер.
2. Перезагрузить коммутатор (отключить/включить питание). Если не помогло — заменить коммутатор на аналогичный с предварительной проверкой конфигурации (если она была) или настройкой базовых параметров (VLAN, скорость).
3. Протянуть патч-корд от контроллера напрямую к серверу SCADA.
4. Отключить звук на рабочем месте оператора.

**Правильный ответ: 2**

### **Вопрос 13**

Вы заменили неисправный датчик температуры (термометр сопротивления) на новый. Какой шаг необходим для восстановления корректной работы системы на уровне инженера АСУ ТП?

1. Просто подключить провода в том же порядке, как было, система подстроится сама.
2. Ввести в контроллере или преобразователе (нормализаторе) корректную схему подключения (2-х, 3-х, 4-х проводная) и, при необходимости, выполнить калибровку или ввести корректирующие коэффициенты согласно паспорту нового датчика.
3. Изменить диапазон шкалы в SCADA от 0 до 1500 градусов "на всякий случай".
4. Установить перемычку между клеммами, чтобы имитировать сигнал.

**Правильный ответ: 2**

### **Вопрос 14**

После обновления программы в контроллере перестал открываться клапан, хотя команда на открытие приходит с НМІ (человеко-машинного интерфейса). Уровень оператора (технолога) и инженера. Ваши действия?

1. Оператор многократно нажимает кнопку "Открыть", надеясь, что контакт появится. Инженер предлагает перезагрузить компьютер оператора.
2. Оператор проверяет наличие блокировок по технологическим параметрам (давление, уровень) на мнемосхеме. Инженер проверяет логическую часть программы (блокировки, разрешения, защелки) в среде программирования, так как причина, скорее всего, в алгоритме (программная блокировка), а не в "железе".

3. Немедленно лезть в шкаф и менять модуль вывода.
4. Проверить наличие напряжения на силовом щите 0,4 кВ.

**Правильный ответ: 2**

### **Вопрос 15**

Вы локализовали неисправность: сгорел предохранитель в цепи питания полевого датчика давления. Вы заменили предохранитель, но он снова сгорел сразу после включения. Ваши дальнейшие действия по восстановлению?

1. Заменить предохранитель на более "тугой" (больший номинальный ток), чтобы он не перегорал.
2. Установить "жучок" (перемычку) вместо предохранителя для экономии времени.
3. Произвести поиск короткого замыкания или пробоя в схеме питания датчика (проверить сопротивление изоляции кабеля, исправность самого датчика, отсутствие воды в клеммной коробке).
4. Отключить аварийную сигнализацию по этому датчику в SCADA.

**Правильный ответ: 3**

### **Текущий контроль ТК2:**

Проверяемая компетенция: ПК-1.1.3, ПК-1.1.У

### **ТЕСТ**

**Вопрос 1.** Какой компонент системы отвечает за преобразование технологических параметров (давление, температура) в цифровые пакеты данных, передаваемые по сети на верхний уровень?

1. Операторская станция (НМІ).
2. Контроллер (ПЛК/PCY) или удаленный модуль ввода-вывода с поддержкой полевой шины.
3. Источник бесперебойного питания (ИБП).
4. Коммутатор управляющей сети.

**Правильный ответ: 2**

**Вопрос 2.** Какая архитектура подразумевает, что данные с контроллера поступают на сервер ввода-вывода, а уже с сервера — на несколько операторских станций?

1. Одноранговая сеть (Peer-to-Peer).
2. «Тонкий клиент» (Thin Client).
3. Клиент-серверная архитектура (Client-Server).
4. «Общая шина» (Common Bus).

**Правильный ответ: 3**

**Вопрос 3.** Что такое OPC-сервер (OLE for Process Control) в контексте жизненного цикла данных?

1. Это специализированный компьютер для видеоконференций.
2. Это стандартизированный программный шлюз, обеспечивающий обмен данными между разнородными источниками (контроллерами разных производителей) и SCADA-системами.
3. Это протокол физического уровня передачи данных (RS-232).
4. Это антивирусная программа для защиты АСУ ТП.

**Правильный ответ: 2**

**Вопрос 4.** Что означает термин «детерминизм» применительно к промышленной сети связи?

1. Способность сети работать в условиях сильных электромагнитных помех.
2. Возможность подключать любые устройства разных производителей.
3. Гарантированная доставка пакета данных за строго определенное время (гарантия времени отклика), критически важная для систем реального времени.
4. Наличие резервного канала связи.

**Правильный ответ: 3**

**Вопрос 5.** На каком уровне архитектуры цифровой системы управления обычно происходит архивирование исторических данных (трендов) и событий?

1. На уровне полевых устройств (датчики/исполнительные механизмы).
2. На уровне контроллеров (ПЛК).
3. На уровне серверов (SCADA-серверы, Historian-серверы).
4. На уровне рабочей станции инженера АСУ ТП (только временно).

**Правильный ответ: 3**

**Вопрос 6.** На экране оператора (HMI) несколько параметров отображаются как звездочки или «NaN» (Not a Number). В чем может быть причина?

1. Вышел из строя жесткий диск на сервере.
2. Проблемы коммуникации между источником данных (контроллером/OPC-сервером) и клиентом HMI (обрыв связи, несоответствие тегов, зависание OPC-сервера).
3. Сбились настройки яркости монитора.
4. Оператор случайно удалил мнемосхему.

**Правильный ответ: 2**

**Вопрос 7.** Какой инструмент (утилита) является базовым для проверки доступности сетевого устройства (например, контроллера или сервера) по IP-адресу?

1. Web-браузер (Chrome, Edge).
2. Текстовый редактор (Notepad).
3. Команда ping (ICMP-запросы) из командной строки.
4. Калькулятор.

**Правильный ответ: 3**

**Вопрос 8.** Оператор жалуется, что графики (тренды) параметров отображаются с большими "провалами" или разрывами. При этом текущие значения на мнемосхеме верны. Диагностика инженера:

1. Проверить целостность базы данных исторических трендов (архиватора) и сетевое соединение с архивным сервером.
2. Перезагрузить операторскую станцию.
3. Установить новую видеокарту на компьютер оператора.
4. Проверить уровень сигнала Wi-Fi (даже если сеть проводная).

**Правильный ответ: 1**

**Вопрос 9.** Вы подозреваете, что сетевой коммутатор перегружен и теряет пакеты данных между контроллером и SCADA-сервером. Какое инструментальное средство (помимо ping) даст наиболее полную картину?

1. Амперметр для замера потребляемого тока коммутатором.
2. Утилита мониторинга сетевого трафика (Wireshark, MIB-браузер для SNMP) для просмотра статистики портов, ошибок и коллизий на коммутаторе.
3. Лупа для визуального осмотра индикаторов.
4. Генератор сигналов.

**Правильный ответ: 2**

**Вопрос 10.** При попытке запустить двигатель с операторской станции команда уходит, но через секунду возвращается статус «Ошибка/Неисправность». Что должен проверить оператор в первую очередь?

1. Наличие напряжения на шинах в целом по подстанции (спросить у электриков).
2. Состояние цепей защиты и блокировок, отображаемое на той же мнемосхеме (например, "Перегруз", "Аварийный стоп", "Защита по току").
3. Версию Windows на своем компьютере.
4. Цвет своего рабочего стула.

**Правильный ответ: 2**

**Вопрос 11.** При входе в SCADA-систему оператор видит сообщение: «Отсутствует лицензия (лицензионный ключ)». Каковы действия инженера АСУ ТП для восстановления?

1. Переустановить Windows.
2. Переставить дату на компьютере на месяц назад.
3. Проверить наличие и исправность USB-ключа (HASP/Sentinel), правильность его установки в порт, и при необходимости переустановить драйверы ключа или восстановить лицензию из резервной копии.
4. Создать нового пользователя в системе.

**Правильный ответ: 3**

**Вопрос 12.** Оператор случайно закрыл окно с мнемосхемой и не может её найти на рабочем столе. Уровень оператора и инженера. Действия:

1. Оператор: перезагрузить компьютер. Инженер: переустановить SCADA.
2. Оператор: проверить список открытых приложений в панели задач или вызвать диспетчер мнемосхем через главное меню SCADA (или кнопку на панели инструментов). Инженер: показать оператору горячие клавиши или ярлыки для вызова экранов.
3. Пригласить IT-специалиста для восстановления рабочего стола.
4. Смириться и работать без мнемосхемы.

**Правильный ответ: 2**

**Вопрос 13.** Вы диагностировали, что OPC-сервер, собирающий данные с контроллера, завис (не отвечает). Ваши действия по восстановлению без остановки технологического процесса (если это возможно)?

1. Выключить рубильник питания на контроллере.
2. Перезапустить службу (или процесс) OPC-сервера через диспетчер задач или оснастку управления сервисами. Убедиться, что связь восстановилась.
3. Отформатировать жесткий диск сервера.
4. Отключить контроллер от сети и подключить обратно.

**Правильный ответ: 2**

**Вопрос 14.** Сетевая карта SCADA-сервера вышла из строя. Сервер имеет две сетевых карты (для резервирования или разных сетей). Как быстро восстановить связь с операторскими станциями?

1. Переключить сетевой кабель из неисправной карты в исправную (если она настроена и находится в нужной подсети) и при необходимости переназначить IP-адрес (или активировать резервный интерфейс).
2. Остановить сервер и ждать приезда ремонтной бригады.
3. Подключить Wi-Fi адаптер к серверу.
4. Удлинить кабель от операторской станции напрямую.

**Правильный ответ: 1**

**Вопрос 15.** После замены неисправного сетевого коммутатора, некоторые устройства в сети стали недоступны, хотя коммутатор работает. Инженер скопировал конфигурацию со старого коммутатора, но забыл про VLAN (Virtual Local Area Network). В чем может быть причина неработоспособности?

1. Не хватает мощности блока питания коммутатора.
2. Порты нового коммутатора не назначены в нужные VLAN (виртуальные сети), из-за чего устройства из разных VLAN не видят друг друга, даже будучи подключенными к одному коммутатору.
3. Слишком короткие патч-корды.
4. Новая прошивка коммутатора требует активации лицензии.

**Правильный ответ: 2**

### **Текущий контроль ТКЗ:**

Проверяемая компетенция: ПК-1.1.3, ПК-1.1.У, ПК-1.1.В

### **Темы рефератов**

1. Анализ жизненного цикла данных в SCADA-системе энергоблока ТЭЦ (от датчика до архива).
2. Диагностика отказов полевых шин (Profibus PA / Foundation Fieldbus) на энергообъекте.
3. Методы верификации и восстановления конфигурации программируемых логических контроллеров (ПЛК).
4. Отказоустойчивость и резервирование в архитектуре АСУ ТП: методы диагностики отказов резерва.
5. Обеспечение целостности данных при обрыве связи "контроллер-сервер".
6. Типовые неисправности модулей ввода-вывода и методы их локализации с использованием калибраторов и мультиметров.
7. Диагностика сетевого уровня промышленного Ethernet (PROFINET / EtherNet/IP) на энергообъекте.
8. Операторский интерфейс (HMI) как источник диагностической информации: сигнализация и тренды.
9. Жизненный цикл аварийного сигнала: от датчика до принтера событий и архива.
10. Восстановление работоспособности системы после глубокой аварии с потерей питания (Black Start АСУ ТП).
11. Сравнительный анализ инструментов диагностики: встроенные средства SCADA vs. внешние аппаратные комплексы.
12. Методы защиты от киберугроз и восстановление данных после вирусной атаки на АСУ ТП.
13. Человеческий фактор в диагностике: типовые ошибки оператора при локализации неисправностей.
14. Диагностика и ремонт цепей питания датчиков и исполнительных механизмов нижнего уровня.
15. Технология "Цифровых двойников" (Digital Twin) для диагностики и прогнозирования отказов в САУ.
16. Обеспечение единства времени (Time Synchronization) в АСУ ТП и диагностика сбоя синхронизации.
17. Диагностика и ремонт типовых неисправностей частотных преобразователей, интегрированных в АСУ ТП.

18. Протокол HART: диагностика полевых приборов по верх аналогового сигнала 4-20 мА.

19. Локализация неисправностей в оптических линиях связи АСУ ТП с использованием оптического рефлектометра (OTDR).

20. Разработка инструкции (check-list) для оператора по действиям при пропадании связи с ключевыми контроллерами энергоблока.

### **Вопросы для собеседования.**

1. Опишите полный путь технологического сигнала (например, давления) от точки измерения до экрана оператора и архива. Какие преобразования с ним происходят на каждом этапе?  
(Проверка: понимание уровней иерархии АСУ ТП: датчик -> нормирующий преобразователь/АЦП -> контроллер (обработка по алгоритму) -> сеть -> сервер -> НМИ -> архивация).
2. Чем отличается распределенная система управления (PCU) от программируемого логического контроллера (ПЛК) с точки зрения архитектуры?  
(Проверка: знание концепций: централизация/распределение, общая шина данных, специализация на непрерывные процессы (PCU) vs. дискретные/быстрые процессы (ПЛК).)
3. Что такое полевая шина (Fieldbus) и какие преимущества она дает по сравнению с традиционным подключением "кабель-зажим-кабель"?  
(Проверка: понимание снижения стоимости кабельной продукции, цифровой диагностики датчиков, распределенного ввода-вывода).
4. Объясните понятие "детерминизм" в промышленных сетях. Почему Ethernet без специальных протоколов не подходит для систем реального времени?  
(Проверка: знание основ сетевых технологий, коллизий, важности гарантированного времени доставки пакета для управления).
5. Для чего в архитектуре АСУ ТП выделяют отдельный серверный сегмент и "демилитаризованную зону" (DMZ)? Как через это проходит поток данных?  
(Проверка: понимание принципов кибербезопасности, разделения сетей (MES, ERP, SCADA), роли межсетевых экранов).
6. Что такое OPC-сервер и OPC-клиент? Какую роль они играют в жизненном цикле данных на верхнем уровне?  
(Проверка: знание стандартов обмена данными, шлюзов между разноплатформенным оборудованием).
7. Опишите жизненный цикл аварийного сообщения (алярма). Чем оно отличается от обычного события?  
(Проверка: понимание приоритизации данных, механизмов квитирования, подтверждения оператором).
8. Что такое "время цикла" (scan time) контроллера и от чего оно зависит? Как оно влияет на управление быстрыми процессами?  
(Проверка: знание основ программирования ПЛК и реального времени).
9. Какие существуют методы резервирования на разных уровнях АСУ ТП (питание, контроллеры, сети, серверы)?  
(Проверка: знание топологий Hot-Standby, резервированных колец, RAID массивов, ИБП).

10. Что такое метка времени (time stamp) высокого разрешения и зачем нужна синхронизация времени по протоколу PTP (IEEE 1588)?  
(Проверка: понимание важности точной привязки событий для послеаварийного анализа).
11. На мнемосхеме вы видите, что значение параметра (например, расхода) показывает "\*" или "NaN". Каков ваш пошаговый план диагностики?  
(Проверка: умение отличать проблемы связи от проблем датчика: проверить связь с контроллером, наличие тега в OPC-сервере, целостность канала.)
12. Вы пришли на шкаф управления, где контроллер сигнализирует красной лампочкой "ERROR" или "SF". Ваши действия?  
(Проверка: знание процедуры: подключение среды программирования, чтение диагностического буфера, анализ кода ошибки, проверка питания и модулей.)
13. С помощью какого инструмента командной строки можно быстро проверить доступность сетевого устройства, и что означают его основные результаты?  
(Проверка: знание утилиты ping, трактовка таймаутов и потери пакетов.)
14. Как с помощью мультиметра проверить исправность аналогового датчика с выходом 4-20 мА прямо на месте его установки (не снимая)?  
(Проверка: умение переключать мультиметр в режим измерения тока (mA) и подключать его последовательно в цепь, сравнение с ожидаемым значением.)
15. Что показывает программа Wireshark и в каком случае инженер АСУ ТП будет ее использовать?  
(Проверка: понимание захвата пакетов для диагностики медленной работы сети, конфликтов IP-адресов, ошибок протоколов Modbus/TCP.)
16. Вы подозреваете, что у вас "дребезжит" концевой выключатель. Как это проверить и подтвердить с помощью стандартных средств?  
(Проверка: умение использовать быстрые тренды в SCADA, осциллограф или специальные счетчики событий в контроллере.)
17. Как определить, что неисправен именно модуль вывода контроллера (например, на клапан), а не сам клапан или кабель до него?  
(Проверка: методика отключения нагрузки и проверки выхода модуля под эталонную нагрузку или измерения напряжения/тока на его клеммах.)
18. На табло блока питания контроллера не горит индикатор "ОК". Ваши действия по диагностике?  
\*(Проверка: проверка входного напряжения ~220В, проверка выходных напряжений (=24В, =5В), проверка предохранителей, оценка нагрузки на предмет КЗ.)\*
19. При диагностике шины RS-485 вы измерили напряжение между А и В, и оно близко к 0В, хотя линия подключена. О чем это говорит?  
(Проверка: знание физики линии: отсутствие подтягивающих резисторов (bias) или обрыв, либо все устройства "молчат".)
20. Как по тренду температуры (например, резкие "пики" вниз до -50 градусов) можно заподозрить неисправность аналогового входа или датчика?  
(Проверка: понимание эффекта "обрыва" (ток меньше 4 мА) или "КЗ" (ток больше 20 мА), приводящих к выходу значения за границы шкалы.)
21. Что вы будете делать, если новый, только что установленный датчик давления показывает "в минусе", хотя давление в системе точно есть?  
(Проверка: знание процедуры проверки подключения (перепутаны клеммы

- питания/сигнала), проверки диапазона датчика и настроек масштабирования в контроллере.)
22. Как проверить, правильно ли настроен терминальный резистор (120 Ом) в начале и конце линии RS-485?  
(Проверка: отключить питание линии и измерить сопротивление тестером между А и В. На одном конце должно быть около 120 Ом, а не бесконечность.)
23. Сгорел блок питания в резервированной системе (Redundant PSU). Можно ли менять его без остановки контроллера? Каков порядок действий?  
(Проверка: знание концепции hot-swap, правил электробезопасности, необходимости убедиться, что второй блок исправен и тянет нагрузку.)
24. Вы заменили неисправный аналоговый модуль ввода. Что необходимо сделать после физической замены, чтобы система начала корректно видеть сигналы?  
(Проверка: понимание необходимости конфигурации (адреса, типа сигнала, диапазона) в проекте контроллера и загрузки этой конфигурации в новый модуль.)
25. Оператор случайно закрыл критическое окно мнемосхемы и не может его найти. Как быстро восстановить отображение?  
(Проверка: пользовательские навыки работы с HMI: использование навигатора экранов, "горячих клавиш", кнопки вызова главной схемы.)
26. При запуске двигателя с операторской он не включается, но команда уходит. Какие программные блокировки и разрешения вы будете проверять в первую очередь?  
(Проверка: знание логики: проверка отсутствия аварийных стопов, готовности механизма, смазки, положения затворов, наличие разрешения от технологических защит.)
27. Произошло ложное срабатывание защиты и остановка насоса. Опишите действия оператора и инженера по восстановлению работоспособности установки.  
(Проверка: понимание процедуры: сброс защиты (reset), анализ первопричины, снятие блокировок, пуск.)
28. Вы обновили программу в контроллере, и после этого часть выходных каналов перестала работать. В чем может быть ошибка и как ее исправить (откатить)?  
(Проверка: навыки работы с версиями ПО, важность резервного копирования перед обновлением, процедура отката к старой рабочей версии.)
29. В SCADA-системе перестала работать авторизация (пароль не принимает). Оператор не может войти в систему. Действия?  
(Проверка: знание процедур восстановления учетных записей: вход под административной учеткой, сброс пароля, проверка служб аутентификации.)
30. На сервере исторических данных вышел из строя один диск в RAID 1 (зеркало). Опишите процедуру восстановления. Можно ли работать дальше?  
(Проверка: понимание "горячей" замены диска, процесса ребилда (Rebuild), важности не выключать сервер во время восстановления.)
31. Как восстановить связь с удаленным контроллером, если мы случайно изменили его IP-адрес на неправильный и потеряли соединение?  
\*(Проверка: знание "аварийных" методов: подключение напрямую через

консольный порт (RS-232/USB), использование сервисного экрана на контроллере, сканирование сети в поисках нового адреса.)\*

32. Пришел новый оператор, не знакомый с системой. Какие базовые навыки восстановления работоспособности (нажатие каких кнопок опасно) вы ему объясните в первую очередь?

(Проверка: умение обучать: объяснить разницу между сбросом защиты и аварийным стопом, принципы квитирования, запрета сигналов и важность сообщения инженера о нештатных ситуациях.)

33. Сработал автоматический выключатель в цепи питания датчика. Вы включили его, но он снова выбило. Что дальше?

(Проверка: правильная последовательность: поиск короткого замыкания, отключение нагрузки (датчика), прозвонка кабеля, замена датчика или ремонт кабеля, и только потом повторное включение.)

34. В Ethernet-сети пропала связь с группой устройств, подключенных к одному коммутатору. Коммутатор "не подает признаков жизни". Ваши действия по восстановлению?

(Проверка: алгоритм: визуальный осмотр (нет индикации), проверка питания коммутатора (блок питания мог выйти из строя), замена блока или коммутатора целиком с восстановлением конфигурации.)

35. Вы выполнили диагностику и поняли, что вышел из строя процессорный модуль ПЛК. Запасного модуля на складе нет, а процесс стоять не может. Ваши действия?

(Проверка: стрессоустойчивость и знание нестандартных решений: возможность временного переключения на ручное управление (байпас), поиск аналогичного модуля на менее критичном участке (каннибализация) с пересмотром приоритетов, вызов экстренной поставки.)

### **Для промежуточной аттестации:**

#### **ОМ1**

Вопросы для подготовки к зачету

1. Опишите классическую пятиуровневую архитектуру АСУ ТП (уровни 0-4) в соответствии с пирамидой автоматизации. Какие функции выполняются на каждом уровне?
2. Что понимается под «жизненным циклом данных» в цифровой системе управления? Опишите полный цикл для аналогового сигнала (например, температуры пара) от датчика до архива.
3. Раскройте понятия «распределенная система управления» (PCU) и «программируемый логический контроллер» (ПЛК). В чем их ключевые архитектурные различия и область применения в энергетике?
4. Что такое «время цикла» (scan time) контроллера и почему это критическая характеристика для систем реального времени? Как оно соотносится с динамикой технологического процесса?
5. Какие существуют методы резервирования на нижнем уровне АСУ ТП (питание, процессорные модули, полевые шины)? Опишите принцип работы «горячего» резерва (Hot Standby).

6. Перечислите основные типы модулей ввода-вывода. Чем отличаются модули дискретного ввода от аналогового ввода с точки зрения воспринимаемого сигнала и внутреннего устройства?
7. Опишите структуру и принцип работы аналогового датчика с унифицированным выходным сигналом 4-20 мА. Почему за «ноль» принят ток 4 мА, а не 0 мА?
8. Какие неисправности полевых устройств можно диагностировать с помощью обычного мультиметра? Опишите методику проверки датчика с выходом 4-20 мА.
9. Назовите основные типы сигналов термопреобразователей сопротивления (ТС) и термопар (ТХА). В чем разница в их подключении к модулям ввода?
10. Что такое «сухой контакт» и как контроллер определяет его состояние (замкнут/разомкнут)? Для чего используется опрос с подтяжкой к напряжению?
11. Классифицируйте типовые неисправности модулей ввода-вывода. Каков алгоритм действий инженера при замене вышедшего из строя модуля на «горячую» (без остановки контроллера)?
12. Опишите пошаговый процесс локализации неисправности в цепи «датчик – кабель – модуль ввода» с использованием мультиметра и калибратора.
13. Перечислите основные языки программирования стандарта МЭК 61131-3. Для решения каких задач каждый из них применяется наиболее эффективно?
14. Объясните принцип работы циклического сканирования программы в ПЛК (Input -> Execute -> Output). Что такое сторожевой таймер (Watchdog) и его роль?
15. Что такое функциональный блок (Function Block) и чем он отличается от функции (Function) в контексте МЭК 61131-3? Приведите примеры.
16. Как организовать программную блокировку (interlock) на языке релейных диаграмм (LD) для пуска двигателя, зависящую от сигналов готовности и отсутствия аварии?
17. В чем заключается процесс восстановления работоспособности контроллера после сбоя питания или зависания программы? Каковы действия инженера?
18. Вы загрузили новую версию программы в контроллер, и механизм перестал управляться. Опишите ваши действия по диагностике и возврату к работоспособному состоянию.
19. Опишите модель OSI. Какие уровни являются ключевыми для понимания работы промышленных сетей (RS-485, Ethernet)?
20. Проведите сравнительный анализ протоколов Modbus RTU (последовательный) и Modbus TCP (сетевой). В чем их архитектурные различия и особенности диагностики?
21. Что такое «детерминизм» в промышленных сетях и зачем он нужен? Как протоколы типа PROFINET IRT или EtherCAT его обеспечивают?
22. Назовите основные типы неисправностей в сетях RS-485. Как с помощью мультиметра проверить наличие «смещения» (bias) и корректность установки терминаторов?
23. Какие инструментальные средства (программные и аппаратные) используются для диагностики промышленных Ethernet-сетей? Что можно выявить с их помощью?
24. Опишите жизненный цикл пакета данных от контроллера до SCADA-сервера. Где могут возникать задержки и потери информации?

25. Вы не можете получить данные от контроллера по сети. Опишите алгоритм действий (команды ping, проверка настроек, осмотр коммутатора) для локализации проблемы.
26. Что такое SCADA-система? Перечислите ее основные функции (сбор данных, визуализация, сигнализация, архивация, диспетчерское управление).
27. Что такое OPC-сервер и какова его роль в вертикальной интеграции данных (от контроллера к HMI)? Объясните связку OPC DA и OPC UA.
28. Какие требования предъявляются к человеко-машинному интерфейсу (HMI) с точки зрения эргономики и предотвращения ошибок оператора?
29. Что такое приоритеты и зоны сигнализации (alarms)? Опишите процесс квитирования (подтверждения) аварийного сообщения оператором.
30. На мнемосхеме значение параметра отображается звездочками или «NaN». В чем может быть причина? Каковы действия оператора и инженера по диагностике?
31. Опишите жизненный цикл события (аварии) от момента возникновения в датчике до отображения в журнале событий SCADA и архивации.
32. Оператор случайно закрыл окно с мнемосхемой и не может его найти. Как восстановить работоспособность интерфейса (навыки оператора)?
33. Для чего нужна интеграция АСУ ТП с системами уровня MES и ERP? Какой поток данных идет между этими уровнями (снизу вверх и сверху вниз)?
34. Объясните понятие «демилитаризованная зона» (DMZ) в архитектуре промышленной сети. С какой целью она создается и какие компоненты там располагаются?
35. Перечислите основные угрозы кибербезопасности для цифровых САУ. Чем защита промышленных сетей отличается от защиты корпоративных IT-сетей?
36. Каковы действия инженера и оператора при обнаружении признаков вирусной атаки на АСУ ТП? Как восстановить работоспособность из резервных копий?
37. Что такое промышленный Интернет вещей (IIoT) и как он трансформирует традиционную архитектуру АСУ ТП? Роль периферийных вычислений (Edge Computing).
38. Объясните концепцию «цифрового двойника» (Digital Twin) энергообъекта. Как происходит обмен данными между реальным объектом и его моделью?
39. Для чего используется предиктивная аналитика (Predictive Maintenance) в современных САУ? На основе каких данных она работает и как помогает предотвращать отказы?
40. Какие новые навыки требуются от инженера АСУ ТП в эпоху цифровизации (анализ больших данных, работа с облачными платформами, основы кибербезопасности)?