Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Крюков Вадим Николаевич
Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике
Дата подписания: 02.11.2026 17:38:41
Уникальный программный ключ:
1b0adb7fd710f6a0705d90c58682bd0c5f2f25b2

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Заполярный государственный университет им. Н. М. Федоровского»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине
Цифровые системы электроснабжения ч.1

Уровень образования: *магистратура*

Кафедра электроэнергетики и автоматики

Разработчик ФОС:

доцент, к.т.н., доцент		Андреев Л.Н.
(должность, степень, ученое звание)	(подпись)	(ФИО)

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании кафедры, протокол № 4 от «10» февраля 2025 г.
Заведующий кафедрой Петров А.М.

Фонд оценочных средств по дисциплине «Цифровые системы электроснабжения» для текущей/ промежуточной аттестации разработан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств на основе Рабочей программы дисциплины «Цифровые системы электроснабжения», Положения о формировании Фонда оценочных средств по дисциплине (ФОС), Положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ЗГУ, Положения о государственной итоговой аттестации (ГИА) выпускников по образовательным программам высшего образования в ЗГУ им. Н.М. Федоровского.

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

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения и планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные	
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.2. Осуществляет критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, в том числе с использованием информационных технологий
Профессиональные	
ПК-1- Способен проектировать архитектурно-программные комплексы автоматизированных и автоматических систем управления, контроля, диагностики и испытаний общепромышленного и специального назначения для различных отраслей национального хозяйства	ПК 1.3 – Проектирует автоматические системы управления, контроля и диагностики
ПК-2- Способен разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты автоматизированных и автоматических производств, технических средств и систем автоматизации, управления, контроля, диагностики и испытаний, систем управления жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизации проектирования отечественного и зарубежного опыта разработки конкурентоспособной продукции	ПК 2.1 – Разрабатывает эскизные, рабочие и технические проекты
	ПК 2.2 - Использует современные средства автоматизации проектирования отечественного и зарубежного опыта разработки конкурентоспособной продукции

ПК-3- Способен проводить технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостной анализ эффективности проектируемых технических средств и систем автоматизации, управления, контроля диагностики, систем управления процессами жизненным циклом продукции и ее качеством	ПК 3.1 – Проводит технические расчеты проекта;
ПК-4- способен разрабатывать функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств, их элементов, технического, алгоритмического и программного обеспечения на базе современных методов, средств и технологий проектирования	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов
	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования

Таблица 2. Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	**Формируемая компетенция**	**Наименование оценочного средства**	**Форма оценивания**
Раздел 1. Предмет и система курса Темы 1, 2.	УК-1	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 2. Виды систем электроснабжения. Темы 3-8.	УК-1, ПК-1	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 3. Виды и подходы к цифровизации систем электроснабжения. Темы 9-12.	УК-1, ПК-1	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 4. Проектирование систем электроснабжения. Ч.1. Темы 13, 14.	ПК-2	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 5. Проектирование систем электроснабжения. Ч.2. Темы 15-23.	ПК-1, ПК-2	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 6. Проектирование систем электроснабжения. Ч.2. Темы 24-27.	ПК-1, ПК-3	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 7. Проектирование систем электроснабжения. Ч.3. Тема 28.	ПК-3, ПК-4	Лекция-презентация, разбор конкретных	Устно/ письменно

		ситуаций, работа в малых группах	
Раздел 8. Проектирование систем электроснабжения. Ч.4. Темы 29, 30.	ПК-4	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно

2. Перечень контрольно-оценочных средств (КОС)

Для определения качества освоения обучающимися учебного материала по дисциплине используются следующие контрольно-оценочные средства текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся:

Таблица 3. Перечень контрольно-оценочных средств

	Наименование оценочного средства	**Сроки выполнения**	**Шкала оценивания***	**Критерии оценивания****
1.	***Текущий контроль качества ******			
	Тестовые задания	1 семестр	Достигнут/ не достигнут пороговый уровень освоения компетенции	Зачтено/ не зачтено
	Промежуточная аттестация			
	Билеты к зачету	1 семестр	Освоил/ не освоил компетенцию*	Зачтено
	***Примерная шкала оценивания результатов обучения по дисциплине:** Минимальный уровень не достигнут - обнаружены пробелы у обучающегося в знаниях основного учебного материала, допускающим принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Ответы носят несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, обучающийся не понимает существа излагаемых им вопросов – «*не зачтено*»; Минимальный, средний, максимальный уровни - обучающийся показал знание учебного и нормативного материала, продемонстрировал выполнение задания, владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач – *«зачтено».*			
	****Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:** ***«зачтено» - освоил компетенцию;*** ***«не зачтено» - не освоил компетенцию.***			
	****** Примерные виды оценочного средства текущей аттестации:** *А) в устной форме (устный опрос, проведение семинаров, решение ситуационных задач.);* *2) в письменной форме (письменный опрос, проверка выполнения письменных домашних заданий, написание рефератов, и т.д.);* *3) в виде теста (письменное тестирование)).*			

Критерии промежуточной аттестации

Критерии выставления аттестации «зачтено», «не зачтено»:

- **«Зачтено»** выставляется обучающемуся, если он показал достаточно прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить

полученные результаты.

- «Не зачтено» выставляется обучающемуся, если при ответе выявились существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

Задания практических работ

Вопросы для устного или письменного опроса

В целях проверки знаний обучающихся, владение ими основными понятиями по соответствующей теме преподавателем в качестве оценочного материала могут быть использованы вопросы для устного ли письменного опроса.

Примерные вопросы для устного или письменного опроса:

1. Дайте определение цифровой системы электроснабжения (ЦСЭ). Перечислите ее основные отличия от традиционной системы.
2. Охарактеризуйте архитектуру цифровой подстанции стандарта МЭК 61850. Поясните назначение процессной шины и шины станции.
3. Опишите назначение и функции блока слияния (Merging Unit) в цифровой подстанции.
4. Перечислите основные уязвимости цифровых систем электроснабжения с точки зрения кибербезопасности. Предложите меры защиты на уровне АСУ ТП.
5. Опишите технологию синхронизированных векторных измерений (WAMS/PMU). В чем преимущество синхрофазоров перед традиционными SCADA-измерениями ?

Примеры тестовых заданий по всему курсу

1. Перечислите уровни управления цифровой подстанции согласно МЭК 61850 и дайте краткую характеристику каждого из них.

2. На предприятии принято решение о модернизации системы электроснабжения с переходом на цифровую подстанцию. Какие статьи капитальных затрат (CAPEX) снизятся, а какие появятся впервые? Приведите не менее трех позиций по каждой категории.

3. Назовите основные протоколы, используемые на цифровой подстанции, и укажите их назначение.

4. Инженер-проектировщик настраивает синхронизацию времени на цифровой подстанции. Для работы дифференциальной защиты линии требуется точность меток времени 1 мкс. Какой протокол синхронизации необходимо применить?

a) NTP
b) SNTP
c) PTP (IEEE 1588)
d) IRIG-B

5. При пусконаладочных работах обнаружено, что терминал защиты одного производителя не принимает GOOSE-сообщения от блока слияния другого производителя. При этом оба устройства сертифицированы как соответствующие МЭК 61850. В чем наиболее вероятная причина?

a) Несовместимость физических интерфейсов
b) Ошибка конфигурации SCD-файла (несоответствие идентификаторов GOOSE)
c) Различные версии протокола TCP/IP
d) Отсутствие синхронизации времени

6. Какие устройства относятся к классу IED (интеллектуальных электронных устройств)?

a) Микропроцессорный терминал РЗА
b) Электромеханическое реле тока
c) Блок слияния (Merging Unit)
d) Контроллер присоединения
e) Трансформатор напряжения

Примеры тестовых заданий по всему курсу

Спецификация комплекта оценочных материалов

Количество заданий в комплекте оценочных материалов

Код компетенции	Наименование компетенции	Количество заданий
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	12
ПК-1	Способен проектировать архитектурно-программные комплексы автоматизированных и автоматических систем управления жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизации проектирования отечественного и зарубежного опыта разработки конкурентоспособной продукции	12
ПК-2	Способен разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты автоматизированных и автоматических производств, технических средств и систем автоматизации, управления, контроля, диагностики и испытаний, систем управления жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств	12

	автоматизации проектирования отечественного и зарубежного опыта разработки конкурентоспособной продукции	
ПК-3	Способен проводить технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостной анализ эффективности проектируемых технических средств и систем автоматизации, управления, контроля диагностики, систем управления процессами жизненным циклом продукции и ее качеством	12
ПК-4	Способен разрабатывать функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств, их элементов, технического, алгоритмического и программного обеспечения на базе современных методов, средств и технологий проектирования	12
		60

Распределение заданий по типу и уровням сложности

Код компетенции	Индикатор сформированности компетенции	Номер задания	Тип задания	Уровень сложности задания	Время выполнения (мин)
УК-1	УК-1.2. Осуществляет критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, в том числе с использованием информационных технологий	1	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
УК-1	УК-1.2. Осуществляет критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, в том числе с использованием информационных технологий	2	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
УК-1	УК-1.2. Осуществляет	3	Задание закрытого типа	Средний	5

	критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, в том числе с использованием информационных технологий		на установление соответствия		
УК-1	УК-1.2. Осуществляет критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, в том числе с использованием информационных технологий	4	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
УК-1	УК-1.2. Осуществляет критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, в том числе с использованием информационных технологий	5	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
УК-1	УК-1.2. Осуществляет критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, в том числе с использованием информационных технологий	6	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
УК-1	УК-1.2. Осуществляет критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, в том числе с использованием информационных технологий	7	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
УК-1	УК-1.2. Осуществляет критический анализ	8	Задание закрытого типа на установление	Средний	5

	проблемных ситуаций на основе системного подхода, в том числе с использованием информационных технологий		последовательности		
УК-1	УК-1.2. Осуществляет критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, в том числе с использованием информационных технологий	9	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
УК-1	УК-1.2. Осуществляет критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, в том числе с использованием информационных технологий	10	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
УК-1	УК-1.2. Осуществляет критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, в том числе с использованием информационных технологий	11	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
УК-1	УК-1.2. Осуществляет критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, в том числе с использованием информационных технологий	12	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ПК-1	ПК 1.3 – Проектирует автоматические	13	Задание комбинированного типа с	Низкий	2

	системы управления, контроля и диагностики		выбором одного верного ответа		
ПК-1	ПК 1.3 – Проектирует автоматические системы управления, контроля и диагностики	14	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-1	ПК 1.3 – Проектирует автоматические системы управления, контроля и диагностики	15	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-1	ПК 1.3 – Проектирует автоматические системы управления, контроля и диагностики	16	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-1	ПК 1.3 – Проектирует автоматические системы управления, контроля и диагностики	17	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-1	ПК 1.3 – Проектирует автоматические системы управления, контроля и диагностики	18	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-1	ПК 1.3 – Проектирует автоматические системы управления, контроля и диагностики	19	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ПК-1	ПК 1.3 – Проектирует автоматические системы управления, контроля и диагностики	20	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-1	ПК 1.3 – Проектирует автоматические системы управления, контроля и диагностики	21	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из	Средний	5

			предложенных и развернутым обоснованием выбора		
ПК-1	ПК 1.3 – Проектирует автоматические системы управления, контроля и диагностики	22	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-1	ПК 1.3 – Проектирует автоматические системы управления, контроля и диагностики	23	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-1	ПК 1.3 – Проектирует автоматические системы управления, контроля и диагностики	24	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-2	ПК 2.1 – Разрабатывает эскизные, рабочие и технические проекты	25	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ПК-2	ПК 2.1 – Разрабатывает эскизные, рабочие и технические проекты	26	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-2	ПК 2.1 – Разрабатывает эскизные, рабочие и технические проекты	27	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ПК-2	ПК 2.1 – Разрабатывает эскизные, рабочие и технические проекты	28	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-2	ПК 2.1 – Разрабатывает эскизные, рабочие и	29	Задание закрытого типа на установление	Средний	5

	технические проекты		последовательности		
ПК-2	ПК 2.1 – Разрабатывает эскизные, рабочие и технические проекты	30	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-2	ПК 2.2 - Использует современные средства автоматизации проектирования отечественного и зарубежного опыта разработки конкурентоспособной продукции	31	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-2	ПК 2.2 - Использует современные средства автоматизации проектирования отечественного и зарубежного опыта разработки конкурентоспособной продукции	32	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-2	ПК 2.2 - Использует современные средства автоматизации проектирования отечественного и зарубежного опыта разработки конкурентоспособной продукции	33	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-2	ПК 2.2 - Использует современные средства автоматизации проектирования отечественного и зарубежного опыта разработки конкурентоспособной продукции	34	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ПК-2	ПК 2.2 - Использует современные средства автоматизации проектирования	35	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2

	отечественного и зарубежного опыта разработки конкурентоспособной продукции				
ПК-2	ПК 2.2 - Использует современные средства автоматизации проектирования отечественного и зарубежного опыта разработки конкурентоспособной продукции	36	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ПК-3	ПК 3.1 – Проводит технические расчеты проекта	37	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-3	ПК 3.1 – Проводит технические расчеты проекта	38	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-3	ПК 3.1 – Проводит технические расчеты проекта	39	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-3	ПК 3.1 – Проводит технические расчеты проекта	40	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ПК-3	ПК 3.1 – Проводит технические расчеты проекта	41	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-3	ПК 3.1 – Проводит технические расчеты проекта	42	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием	Средний	5

			выбора		
ПК-3	ПК 3.1 – Проводит технические расчеты проекта	43	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-3	ПК 3.2 – Проводит функционально-стоимостный анализ эффективности проектируемых технических средств и систем автоматизации.	44	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-3	ПК 3.2 – Проводит функционально-стоимостный анализ эффективности проектируемых технических средств и систем автоматизации.	45	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-3	ПК 3.2 – Проводит функционально-стоимостный анализ эффективности проектируемых технических средств и систем автоматизации.	46	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-3	ПК 3.2 – Проводит функционально-стоимостный анализ эффективности проектируемых технических средств и систем автоматизации.	47	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-3	ПК 3.2 – Проводит функционально-стоимостный анализ эффективности проектируемых технических средств и систем автоматизации.	48	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую	49	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10

	организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов				
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	50	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	51	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	52	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	53	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию	54	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5

	автоматизированных и автоматических производств и их элементов				
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	55	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	ПК-4	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	ПК-4	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	ПК-4	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	ПК-4	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное	ПК-4	Задание закрытого типа на установление	Средний	5

	обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования		соответствия		

Тестовые задания, позволяющие осуществлять оценку всех компетенций, установленных образовательной программой

1. Вопрос: Что является основным отличием цифровой системы электроснабжения (ЦСЭ) от традиционной?
Варианты ответа:
А. Наличие трансформаторов
Б. Использование микропроцессорных устройств управления и цифровых протоколов связи
В. Применение только воздушных линий электропередачи
Г. Ручное управление выключателями

2. Вопрос: Установите правильную последовательность преобразования энергии в цифровой системе электроснабжения с активным потребителем.
Варианты ответа:

1. Переменный ток промышленной частоты
2. Выпрямление (AC/DC)
3. Инвертирование (DC/AC) с регулируемой частотой
4. Фильтрация высших гармоник

3. Вопрос: Установите соответствие между уровнем управления ЦСЭ и его функцией.

1. Полевой уровень
2. Уровень присоединения
3. Уровень подстанции
4. Уровень диспетчерской

А. Диспетчерское управление и сбор данных (SCADA)
Б. Датчики, измерительные трансформаторы, приводы
В. Устройства защиты и автоматики (МП РЗА)
В. Устройства защиты и автоматики (МП РЗА)

4. Вопрос: Опишите принцип работы «цифровой подстанции» стандарта МЭК 61850. Какие преимущества дает отказ от традиционных медных связей в пользу протокола GOOSE?

5. Вопрос: Какой протокол является основным стандартом МЭК для цифровых подстанций?

А) А. Modbus RTU
Б) Б. МЭК 61850
В) В. Profibus DP
Г) Г. CANopen

6. Вопрос: Какие из перечисленных устройств относятся к интеллектуальным электронным устройствам (IED) в цифровой системе электроснабжения?

Варианты ответа:

А) Микропроцессорный терминал релейной защиты
Б) Электромеханическое реле РТ-40
В) Цифровой измерительный преобразователь (MU)
Г) Контроллер присоединения
Д) Аналоговый амперметр

7. Вопрос: Что означает аббревиатура GOOSE в стандарте МЭК 61850?

А) Протокол передачи мгновенных сообщений о состоянии и командах
Б) Язык описания конфигурации станции
В) Протокол синхронизации времени
Г) Формат хранения осциллограмм

8. Вопрос: Установите последовательность передачи данных в архитектуре «процессная шина» (Process Bus).

1. Сбор данных с оптического датчика тока
2. Преобразование аналогового сигнала в цифровой формат (MU)
3. Пакетная передача выборок Sampled Values (SV)
4. Прием данных терминалом IED и принятие решения

9. Вопрос: Соотнесите тип синхронизации времени и его точность.

1. NTP
2. SNTP
3. PTP (IEEE 1588)
4. IRIG-B

А. Наносекунды (модель PTPv2)
Б. Миллисекунды
В. Микросекунды
Г. Сотни миллисекунд

10. Вопрос: В чем заключается уязвимость цифровых систем электроснабжения с точки зрения кибербезопасности? Предложите меры защиты на уровне АСУ ТП.

11. Вопрос: Какая топология сети Ethernet преимущественно используется на цифровых подстанциях для обеспечения отказоустойчивости?

А) Шина
Б) Звезда
В) Кольцо (с резервированием)
Г) Дерево

12. Вопрос: Какие функции выполняет блок слияния (Merging Unit — MU) в цифровой подстанции?

А) Преобразование аналоговых сигналов ТТ и ТН в цифровые пакеты
Б) Коммутация высокого напряжения
В) Метка времени (time stamping) измерений
Г) Передача данных по протоколу IEC 61850-9-2
Д) Ручное отключение выключателя

13. Вопрос: Какой стандарт описывает файл конфигурации подстанции SCD?

А) МЭК 61850-6
Б) МЭК 60870-5-104
В) МЭК 60364
Г) IEEE 1547

14. Вопрос: Установите последовательность разработки проекта ЦСЭ согласно методологии «Умной сети» (Smart Grid).

1. Сбор данных о текущей нагрузке и генерации
2. Моделирование режимов в цифровом двойнике
3. Выбор архитектуры сети и протоколов
4. Аудит текущего состояния сетей связи

15. Вопрос: Соотнесите тип автоматики и его назначение в цифровой сети.

1. АЛАР
2. АОСН
3. АРПН
4. ЧАПВ

А. Автоматическое ограничение снижения напряжения
Б. Автоматическая ликвидация асинхронного режима
В. Автоматическое регулирование напряжения трансформатора
Г. Частотное автоматическое повторное включение

ОПК-2 – Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа

16. Вопрос: Какая функция НЕ относится к функциям системы SCADA в ЦСЭ?

А) Визуализация мнемосхем
Б) Архивирование аварийных событий
В) Гальваническая развязка силовой цепи
Г) Дистанционное управление коммутационными аппаратами

17. Вопрос: Установите последовательность обработки аварийного события в цифровой системе.

1. Возникновение короткого замыкания
2. Фиксация тока датчиком и отправка SV
3. Расчет тока терминалом IED
4. Выдача команды GOOSE на отключение выключателя

18. Вопрос: Соотнесите уровень цифровой зрелости предприятия и характеристику системы электроснабжения.

1. Индустрия 3.0
2. Индустрия 4.0 (начальный)
3. Smart Grid
4. Киберфизическая система

А. Полностью цифровой двойник, самодиагностика, предиктивная аналитика

Б. Локальные «островки» автоматизации, Modbus, дискретный ввод/вывод
В. Интеграция РЗА и АСУ ТП, Ethernet, МЭК 61850
Г. Активно-адаптивная сеть с распределенной генерацией

19. Вопрос: Объясните концепцию «Цифрового двойника» (Digital Twin) в электроснабжении. Как его использование позволяет повысить надежность и энергоэффективность промышленного предприятия?

20. Вопрос: Какой вид резервирования подразумевает наличие двух независимых сетей Ethernet (A и B) на подстанции?

А) Резервирование PRP
Б) Холодный резерв
В) Мажорирование 2oo3
Г) Автоматический ввод резерва (АВР)

21. Вопрос: Какие факторы способствуют возникновению небалансов мощности в микрогрид с возобновляемыми источниками энергии?

А) Интермиттенция (непостоянство) ВИЭ
Б) Отсутствие прогноза погоды
В) Точность синхронизации по PTP
Г) Ошибки прогнозирования потребления
Д) Скорость коммутации Ethernet-коммутаторов

22. Вопрос: Какая технология позволяет передавать цифровые данные по высоковольтным линиям электропередачи?

А) Wi-Fi
Б) PLC (Power Line Communication)
В) LoRaWAN
Г) ZigBee

23. Вопрос: Установите последовательность этапов жизненного цикла программно-определяемого реле защиты (SDR)

1. Компиляция кода в целевой образ
2. Моделирование алгоритма в MATLAB/Simulink
3. Загрузка образа на платформу FPGA/CPU
4. Верификация и тестирование на реальном времени (RTDS)

24. Вопрос: Соотнесите технологию и ее применение в цифровом электроснабжении.

1. Big Data
2. IoT
3. Машинное зрение
4. Облачные вычисления

А. Выявление аномальных паттернов нагрузки
Б. Сбор данных с тысяч удаленных счетчиков
В. Контроль искрения и техники безопасности
Г. Хранение длительных архивов коммерческого учета

25. Вопрос: Опишите архитектуру построения автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) на базе цифровых протоколов. Какие преимущества дает переход с импульсных счетчиков на цифровые интеллектуальные приборы учета?

26. Вопрос: Что такое «киберфизическая система» (CPS) применительно к электроснабжению?

А) Система, где вычислительные ресурсы встроены в физические процессы и управляют ими
Б) Комплекс мер по защите информации
В) Простое резервирование кабелей
Г) Система гарантированного питания постоянного тока

27. Вопрос: Какие из перечисленных устройств поддерживают передачу сигналов точного времени (PTP/IEEE 1588)?

А) Управляемый Ethernet-коммутатор с поддержкой TC/BC
Б) Блок слияния (Merging Unit)
В) Трансформатор тока
Г) Терминал РЗА последнего поколения
Д) Ограничитель перенапряжения

28. Вопрос: Какая цель преследуется при внедрении технологии «виртуальных измерительных трансформаторов»?

А) Удешевление строительства ЛЭП
Б) Математическое восстановление недостающих параметров режима
В) Полный отказ от измерительных приборов
Г) Увеличение частоты сети

29. Вопрос: Установите последовательность диагностики изоляции в цифровой сети с датчиками частичных разрядов.

1. Установка датчиков HFCT на кабельную линию
2. Оцифровка сигнала и синхронизация
3. Анализ фазового распределения (PRPD-диаграмма)
4. Прогнозирование остаточного ресурса

30. Вопрос: Соотнесите тип источника распределенной генерации и особенности его интеграции в цифровую сеть.

1. Солнечная панель (инвертор)
2. Ветрогенератор
3. Газопоршневая установка
4. Система накопления (BESS)

А. Зависимость от скорости ветра, требует компенсации реактивной мощности
Б. Управление следует за максимумом мощности (MPPT)
В. Быстрый запуск, высокая управляемость
Г. Демпфирование колебаний, режим виртуального синхронного генератора

31. Вопрос: Какой протокол используется для передачи осциллограмм аварийных событий (COMTRADE) по сети?

А) FTP/SFTP
Б) HTTP
В) SMTP
Г) SNMP

32. Вопрос: Установите последовательность действий при обновлении ПО цифрового терминала без остановки технологического процесса.

1. Проверка резервной копии конфигурации
2. Переключение на резервный комплект
3. Загрузка новой прошивки в выведенный комплект
4. Возврат в рабочий режим и мониторинг

33. Вопрос: Соотнесите вредоносное воздействие и его последствие для ЦСЭ.

1. ARP-spoofing
2. DoS-атака (флуд)
3. Внедрение ложных GOOSE-сообщений
4. Кража учетных данных

А. Подмена конфигурации IED
Б. Искажение таблицы коммутации свитча
В. Задержка передачи критических сигналов
Г. Ложное отключение выключателя

34. Вопрос: Каким образом осуществляется проверка (верификация) уставок релейной защиты на цифровой подстанции без физического пуска тока короткого замыкания? Роль протокола МЭК 61850 и OPC UA в этом процессе.

35. Вопрос: Какая технология является базовой для построения распределенной системы синхронизированных векторных измерений (WAMS)?

А) PMU (Phasor Measurement Unit)
Б) RTU
В) PLC
Г) HMI

36. Вопрос: Какие параметры режима электрической сети позволяют оценить векторные измерения (синхрофаэоры)?

А) Модуль напряжения
Б) Фаза напряжения относительно Гринвича (UTC)
В) Цвет изоляции проводов
Г) Вектор тока с привязкой к абсолютному времени
Д) Частота скольжения

37. Вопрос: Что означает термин «интероперабельность» в контексте МЭК 61850?

А) Возможность работы устройств разных производителей в единой системе
Б) Физическая совместимость разъемов
В) Наличие резервного источника питания
Г) Защита от электромагнитных помех

38. Вопрос: Установите последовательность выполнения логики защиты в цифровом терминале.

1. Чтение аналогового входа (SV)
2. Вычисление действующего значения
3. Сравнение с уставкой
4. Формирование выходного сигнала (GOOSE)

39. Вопрос: Соотнесите элемент SCL (языка конфигурации) и его описание.

1. Substation
2. IED
3. Communication
4. LDevice

А. Физическое устройство и его доступ к сети
Б. Описание первичной коммутации и топологии
В. Функциональные узлы и логические узлы
Г. Настройки коммутаторов, IP-адресация

40. Вопрос: Сравните классическую систему оперативного постоянного тока (аккумуляторная батарея + шинки) и систему гарантированного питания на базе промышленных ИБП с цифровым управлением. Какая из них более приспособлена к концепции «безлюдных технологий»?

41. Вопрос: Какое устройство выполняет функцию сопряжения цифровой подстанции с вышестоящим диспетчерским центром по протоколу МЭК 60870-5-104?

А) Gateway (шлюз)
Б) Switch
В) Router
Г) Bridge

42. Вопрос: Какие проблемы возникают при использовании Wi-Fi для передачи критических сигналов РЗА?

А) Недетерминированная задержка
Б) Высокая стоимость оборудования
В) Подверженность радиопомехам
Г) Невозможность синхронизации времени
Д) Отсутствие поддержки VLAN

43. Вопрос: Какая функция позволяет динамически изменять уставки защиты в зависимости от режима работы сети?

А) Адаптивная автоматика
Б) Ручное переключение
В) Дроссель насыщения
Г) Синхронный компенсатор

44. Вопрос: Установите последовательность внедрения цифровой системы на действующем предприятии.

1. Пилотный проект на одном РУ

2. Технико-экономическое обоснование (ТЭО)
3. Тиражирование на всю площадку
4. Аудит текущего состояния сетей связи

45. Вопрос: Соотнесите метод оптимизации и решаемую задачу в ЦСЭ.
1. Генетический алгоритм
2. Нейронная сеть
3. Роевой интеллект
4. Нечеткая логика

А. Поиск точки минимума потерь при конфигурации сети
Б. Краткосрочный прогноз потребления
В. Оптимальное размещение устройств компенсации
Г. Управление в условиях неполноты данных

46. Вопрос: Какая технология позволяет передавать данные Sampled Values с частотой дискретизации до 256 выборок за период промышленной частоты?

А) IEC 61850-9-2 LE
Б) Modbus ASCII
В) Profinet IO
Г) EtherCAT

47. Вопрос: Установите последовательность восстановления электроснабжения в цифровой сети с самовосстанавливающейся функцией (Self-healing).

1. Сигнал об отсутствии напряжения
2. Автоматическая локация поврежденного участка
3. Коммутация секционеров для отсечки повреждения
4. Восстановление питания потребителей от резервного источника

48. Вопрос: Соотнесите вид помехи в цифровых измерительных цепях и метод борьбы.

1. Синфазная помеха
2. Наводка 50 Гц
3. Высокочастотная наводка
4. Джиттер синхронизации

А. Дифференциальный вход
Б. Экран, симметричная линия
В. Фильтр нижних частот, оптическая изоляция
Г. Буферизация, PTP-коррекция

49. Вопрос: Опишите архитектуру системы накопления электроэнергии (СНЭ) с функцией виртуального синхронного генератора. Какие алгоритмы управления позволяют СНЭ участвовать в первичном регулировании частоты?

50. Вопрос: Что является первичным источником информации для определения места повреждения (ОМП) на цифровой подстанции?

А) Показания счетчика активной энергии
Б) Осциллограммы токов и напряжений (COMTRADE)
В) Журнал событий SCADA
Г) Показания термодатчиков

51. Вопрос: Какие из факторов являются критическими для обеспечения качества электроэнергии (КЭ) в цифровой системе электроснабжения?

А) Наличие синхронизации PTP
Б) Коэффициент несинусоидальности (THD)
В) Отклонение частоты
Г) Цвет мнемосхемы на АРМ
Д) Провалы напряжения и прерывания

52. Вопрос: Какой стандарт регламентирует требования к кибербезопасности систем автоматизации на энергетических объектах?

А) МЭК 62443
Б) МЭК 60076
В) ГОСТ 15150
Г) IEEE 802.11

53. Вопрос: Установите последовательность функционирования алгоритма локации повреждения методом бегущей волны.

1. Фиксация фронта волны в точке подключения
2. Возникновение КЗ и формирование электромагнитной волны
3. Расчет расстояния по времени прихода волны
4. Сравнение времени прихода на двух концах линии (GPS)

54. Вопрос: Соотнесите модель OSI и уровень реализации протокола GOOSE.

1. Физический
2. Канальный
3. Сетевой
4. Транспортный

А) Ethernet 802.3
Б) Приоритезация VLAN, MAC-адреса
В) Не используется (прямая адресация)
Г) Не используется (минуя TCP/IP)

55. Вопрос: Каким образом производится оценка технико-экономической эффективности перехода на цифровую подстанцию? Какие статьи затрат снижаются (капитальные/операционные), а какие появляются впервые?

56. Вопрос: Какой режим заземления нейтрали наиболее критичен к корректной работе цифровых устройств регистрации переходных процессов?

А) Глухозаземленная нейтраль
Б) Изолированная нейтраль
В) Резонансно-заземленная нейтраль (ДГР)
Г) Эффективно-заземленная нейтраль

57. Вопрос: Какие преимущества дает использование SDN (Software-Defined Networking) в сетях ЦСЭ?

А) Гибкое управление трафиком без замены оборудования
Б) Возможность создания виртуальных каналов для критических приложений

В) Увеличение напряжения постоянного тока
Г) Централизованная политика безопасности
Д) Ручная коммутация патч-кордов

58. Вопрос: Какое устройство преобразует необработанный цифровой поток выборок (SV) в инженерные величины (Амперы, Вольты) для отображения на АРМ?

А) IED (интеллектуальное устройство)
Б) Медиаконвертер
В) Сетевая карта ПК и драйвер
Г) Трансформатор напряжения

59. Вопрос: Установите последовательность проверки цифровых каналов связи перед вводом подстанции в работу.

1. Проверка нагрузки портов коммутатора
2. Тестирование петли GOOSE (loopback)
3. Измерение затухания в оптическом кабеле
4. Верификация VLAN ID

60. Вопрос: Соотнесите режим работы микрогрид и характеристику.

1. Островной (Island)
2. Сетевой (Grid-tied)
3. Черный старт (Black start)
4. Демпфирование колебаний

А. Обмен мощностью с внешней сетью отсутствует
Б. Работа параллельно с энергосистемой
В. Восстановление сети при полном погашении
Г. Быстрое изменение мощности для поддержки устойчивости

Ключи к оцениванию тестовых заданий

№ Задания	Верный ответ	Критерии
1	Б	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
2	1→ 2 → 4 → 3	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
3	1-Б, 2-Г, 3-В, 4-А	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
4	Ответ: Цифровая подстанция МЭК 61850 – архитектура с процессной шиной, где аналоговые сигналы оцифровываются в Merging Unit и передаются по Ethernet. GOOSE – multicast-сообщения для быстрой передачи дискретных сигналов (команд, блокировок). Преимущества отказа от меди: экономия кабеля, самодиагностика каналов, гибкость логики, снижение трудоемкости монтажа, высокая скорость передачи.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
5	Б	1 б - совпадение с верным

		ответом; 0 б - остальные случаи
6	А, В, Г Обоснование: IED – устройство с микропроцессором, поддержкой цифровых протоколов и возможностью программирования логики. MU, терминал РЗА, контроллер – IED. РТ-40 и аналоговый амперметр – электромеханические устройства.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
7	А	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
8	1 → 2 → 3 → 4	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
9	1-Г, 2-Б, 3-А, 4-В	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
10	Уязвимости: отсутствие сегментации, GOOSE-спуфинг, NTP-атаки, перегрузка коммутаторов. Меры защиты: VLAN, ACL, 802.1X, PTP (для синхронизации), DMZ, шифрование, обновление ПО, многоуровневая аутентификация.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
11	В	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
12	А, В, Г Обоснование: MU выполняет оцифровку аналоговых сигналов, метку времени (PTP) и передачу SV (IEC 61850-9-2). Позволяет отказаться от медных кабелей от ТТ/ТН до релейных залов.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
13	А	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
14	4 → 1 → 3 → 2	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
15	1-Б, 2-А, 3-В, 4-Г	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
16	В	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
17	1 → 2 → 3 → 4	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
18	1-Б, 2-В, 3-Г, 4-А	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
19	Цифровой двойник – виртуальная копия системы электроснабжения, синхронизированная с реальным объектом. Позволяет прогнозировать	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи

	отказы, оптимизировать режимы, обучать персонал, сокращать простои. Повышает надежность за счет предиктивной аналитики, энергоэффективность – за счет оптимизации потерь.	
20	А	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
21	А, Г Обоснование: Небалансы мощности в микрогрид обусловлены физической природой ВИЭ (интермиттенция) и ошибками прогноза потребления/генерации. РТР и скорость коммутации – параметры сети, не влияют на баланс мощности.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
22	Б	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
23	2 → 1 → 3 → 4	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
24	1-А, 2-Б, 3-В,4-Г	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
25	Архитектура АСКУЭ: интеллектуальные счетчики (IEC 62056, 61850), УСПД, каналы связи (PLC, GSM, Ethernet), сервер сбора данных, АРМ. Преимущества цифровых счетчиков: высокая точность, хранение профилей нагрузки, удаленный опрос, многотарифность, мониторинг качества электроэнергии, противохищная защита.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
26	А	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
27	Ответ: А, Б, Г Обоснование: РТР поддерживают активные устройства: коммутаторы с ТС/ВС, MU, терминалы РЗА. Трансформатор тока и ОПН – пассивное первичное оборудование. Точность < 1 мкс необходима для синхронизации SV при дифференциальных защитах линий.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
28	Б	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
29	1 → 2 → 3 → 4	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
30	1-Б, 2-А, 3-В, 4-Г	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
31	А	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи

32	1 → 2→ 3 → 4	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
33	1-Б, 2-В, 3-Г, 4-А	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
34	Верификация уставок без КЗ – методом HIL (RTDS) с подачей оцифрованных сигналов через GOOSE/SV. МЭК 61850 обеспечивает интерфейс доступа к уставкам, OPC UA – вертикальную интеграцию для автоматизированной проверки по сценариям.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
35	А	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
36	Ответ: А, Б, Г, Д Обоснование: Синхрофазоры (PMU) – модуль, фаза с меткой UTC, вектор тока, частота. Преимущество: прямой замер угла, динамическая наблюдаемость, оценка устойчивости в реальном времени.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
37	А	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
38	1 → 2 → 3 → 4	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
39	1-Б, 2-В, 3-Г, 4-А	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
40	Ответ: Классическая ОПТ: АБ, шинки, реле контроля изоляции – ограниченная диагностика. Цифровой ИБП: встроенный контроллер, удаленный мониторинг, прогноз ресурса АБ. ИБП приспособлен к безлюдным технологиям – полная автоматизация, интеграция в АСУ ТП.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
41	А	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
42	Ответ: А, В, Г Обоснование: Wi-Fi – недетерминированная среда, задержки > 10 мс, радиопомехи, проблемы синхронизации PTP. Стандарты (IEEE, МЭК) для РЗА требуют проводных сетей (Ethernet) с гарантированной задержкой.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
43	А	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
44	4 → 2 → 1 → 3	1 б - совпадение с верным ответом;

		0 б - остальные случаи
45	1-В, 2-Б, 3-А, 4-Г	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
46	А	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
47	1 → 2 → 3 → 4	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
48	1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
49	Ответ: СНЭ: батарея + инвертор + контроллер. Виртуальный синхронный генератор – алгоритм, имитирующий инерцию синхронной машины (P-f droop, Q-U droop). Участие в ПРЧ – быстрый ввод/сброс мощности при изменении частоты.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
50	Б	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
51	Ответ: Б, В, Д Обоснование: Для цифровых устройств критичны: THD (нагрев, ошибки дискретизации), отклонение частоты (синхронизация, трансформаторы), провалы/прерывания (сброс контроллеров). РТР – инфраструктура, цвет мнемосхемы – эргономика.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
52	А	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
53	2 → 1 → 4 → 3	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
54	1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
55	Ответ: Оценка ТЭО: NPV, IRR, DPP. Снижение CAPEX: кабельная продукция, металлоемкость ячеек. Снижение OPEX: эксплуатация, ремонты. Новые затраты: кибербезопасность, обучение, ПО, сетевое оборудование.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
56	В	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
57	Ответ: А, Б, Г	1 б – каждое совпадение с

	Обоснование: SDN – отделение плоскости управления от передачи данных. Преимущества: централизованная маршрутизация, динамическое QoS, виртуальные каналы, гибкость безопасности. Отличие от Ethernet – программное управление потоком, а не протоколами (STP, RSTP).	верным ответом; 0 б - остальные случаи
58	В	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
59	3 → 2 → 4 → 1	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
60	1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи

3.2 Задания для промежуточной аттестации

Контрольные вопросы к зачету

1. 1. Дайте определение цифровой системы электроснабжения (ЦСЭ). Перечислите ее основные отличия от традиционной системы.
2. Охарактеризуйте архитектуру цифровой подстанции стандарта МЭК 61850. Поясните назначение процессной шины и шины станции.
3. Назовите основные преимущества отказа от медных связей во вторичных цепях в пользу протокола GOOSE.
4. Что такое IED (интеллектуальное электронное устройство)? Приведите примеры устройств, относящихся к классу IED, и обоснуйте критерии отнесения.
5. Опишите назначение и функции блока слияния (Merging Unit) в цифровой подстанции.
6. Раскройте содержание и назначение стандарта МЭК 61850-6. Какую роль выполняет файл конфигурации подстанции SCD?
7. Поясните принцип работы протокола GOOSE. В чем отличие GOOSE-сообщений от традиционной дискретной передачи сигналов?
8. Какие типы синхронизации времени применяются на цифровых подстанциях? Охарактеризуйте точность NTP, SNTP, PTP (IEEE 1588) и IRIG-B.
9. Почему для передачи выборок Sampled Values (SV) требуется точность синхронизации времени выше 1 мкс?
10. Опишите последовательность обработки аварийного события в цифровой системе электроснабжения от момента возникновения КЗ до отключения выключателя.
11. Какие топологии сетей Ethernet используются на цифровых подстанциях? Обоснуйте выбор топологии «кольцо» и резервирования PRP/HSR.
12. Сравните протоколы МЭК 61850, МЭК 60870-5-104 и Modbus TCP. Укажите области их преимущественного применения.
13. Что такое киберфизическая система (CPS) применительно к электроснабжению? Приведите примеры.
14. Перечислите основные уязвимости цифровых систем электроснабжения с точки зрения кибербезопасности. Предложите меры защиты на уровне АСУ ТП.
15. Какой стандарт регламентирует требования к кибербезопасности систем автоматизации на энергетических объектах? Раскройте его структуру.

16. Опишите технологию синхронизированных векторных измерений (WAMS/PMU). В чем преимущество синхрофазоров перед традиционными SCADA-измерениями?
17. Какие параметры режима электрической сети позволяют оценить векторные измерения?
18. Объясните концепцию «Цифрового двойника» (Digital Twin) в электроснабжении. Как его применение повышает надежность и энергоэффективность?
19. Каким образом осуществляется верификация уставок релейной защиты на цифровой подстанции без физического пуска тока короткого замыкания?
20. Охарактеризуйте роль протокола OPC UA в интеграции цифровых систем электроснабжения на верхний уровень АСУ ТП.
21. Что такое адаптивная автоматика? Приведите примеры алгоритмов адаптивного изменения уставок защит.
22. Назовите виды резервирования сетей Ethernet на цифровых подстанциях. Поясните принципы PRP и HSR.
23. Перечислите этапы жизненного цикла программно-определяемого реле защиты (SDR). В чем отличие SDR от традиционного терминала РЗА?
24. Какие факторы способствуют возникновению небалансов мощности в микрогрид с возобновляемыми источниками энергии?
25. Опишите архитектуру построения автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) на базе цифровых протоколов.
26. Какие преимущества дает переход с импульсных счетчиков на цифровые интеллектуальные приборы учета?
27. Какова цель внедрения технологии «виртуальных измерительных трансформаторов»?
28. Назовите и охарактеризуйте режимы работы микрогрид. Поясните алгоритм перехода в островной режим.
29. Опишите архитектуру системы накопления электроэнергии (СНЭ) с функцией виртуального синхронного генератора. Какие алгоритмы управления позволяют СНЭ участвовать в первичном регулировании частоты?
30. Сравните классическую систему оперативного постоянного тока и систему гарантированного питания на базе промышленных ИБП с цифровым управлением. Какая из них более приспособлена к концепции «безлюдных технологий»?
31. Какие проблемы возникают при использовании Wi-Fi для передачи критических сигналов релейной защиты? Почему стандарты предписывают проводные сети?
32. Что такое интероперабельность в контексте МЭК 61850? Каким образом она достигается?
33. Раскройте структуру языка SCL (Substation Configuration Language) и назначение файлов ICD, SCD, CID.
34. Какие методы оптимизации (генетические алгоритмы, нейронные сети, роевой интеллект) применяются в задачах управления цифровыми системами электроснабжения?
35. Что является первичным источником информации для определения места повреждения (ОМП) на цифровой подстанции? Поясните метод бегущей волны.
36. Какие параметры качества электроэнергии являются критическими для работы самих цифровых устройств (IED, контроллеров)? Обоснуйте.
37. Охарактеризуйте технологию SDN (Software-Defined Networking) применительно к сетям ЦСЭ. В чем ее отличие от классического Ethernet?
38. Какое устройство выполняет функцию сопряжения цифровой подстанции с вышестоящим диспетчерским центром по протоколу МЭК 60870-5-104?
39. Опишите последовательность проверки цифровых каналов связи перед вводом

подстанции в работу.

40. Каким образом производится оценка технико-экономической эффективности перехода на цифровую подстанцию? Какие статьи затрат снижаются, а какие появляются впервые?
41. Какой режим заземления нейтрали наиболее критичен к корректной работе цифровых устройств регистрации переходных процессов? Почему?
42. Охарактеризуйте уровни цифровой зрелости предприятия (Индустрия 3.0, Индустрия 4.0, Smart Grid, киберфизическая система) применительно к электроснабжению.
43. Перечислите методы диагностики изоляции в цифровых сетях с датчиками частичных разрядов. Опишите последовательность анализа PRPD-диаграмм.
44. Какие протоколы используются для передачи осциллограмм аварийных событий (COMTRADE) по сети?
45. Раскройте понятие «самовосстанавливающаяся сеть» (Self-healing). Опишите алгоритм восстановления электроснабжения.
46. Какие виды помех характерны для цифровых измерительных цепей? Назовите методы борьбы с синфазной помехой, наводкой 50 Гц, высокочастотными помехами и джиттером синхронизации.
47. Опишите последовательность разработки проекта цифровой системы электроснабжения согласно методологии Smart Grid.
48. Какие перспективные направления развития цифровых систем электроснабжения вы можете назвать? (Интеграция искусственного интеллекта, квантовые коммуникации, беспроводные сенсорные сети, цифровые сертификаты безопасности).