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 17:38:42
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.3

Уровень образования: *магистратура*

Кафедра электроэнергетики и автоматики

Разработчик ФОС:

доцент, к.т.н., доцент		Жеребцов Б.В.
(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-	ПК 3.1 – Проводит технические расчеты проекта;

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 3.2 – Проводит функционально-стоимостный анализ эффективности проектируемых технических средств и систем автоматизации.
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 ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 8. Проектирование	ПК-4	Лекция-презентация,	Устно/

систем электроснабжения. Ч.4. Темы 29, 30.		разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	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****
.	***Текущий контроль качества ******			
	Тестовые задания	3 семестр	Достигнут/ не достигнут пороговый уровень освоения компетенции	освоил/ не освоил
	Промежуточная аттестация			
	Экзаменационные билеты	3 семестр	Освоил/ не освоил компетенцию	Оценка**
	****Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:** ***По 4-х бальной шкале:*** ***освоил компетенцию –*** *выставляется отметка отлично («5»), хорошо («4»), удовлетворительно («3»),* ***не освоил компетенцию-*** *выставляется отметка неудовлетворительно («2»).*			
	***** Примерные виды оценочного средства текущей аттестации:** *1) 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 оценки по 4-балльной шкале оценивания для экзамена или «зачтено с «оценкой»:

- оценки «отлично» заслуживает обучающийся, обнаруживший всесторонние, глубокие знания учебного материала и умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой; изучивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой обучения; безупречно отвечавший не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы; проявивший творческие способности в использовании учебного материала;
- оценки «хорошо» заслуживает обучающийся, обнаруживший полные знания учебного материала, успешно выполнивший предусмотренные программой задания, изучивший основную литературу, отвечавший на все вопросы билета;
- оценки «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший

знания в объёме, необходимом для дальнейшей учёбы и работы по профессии, справившийся с выполнением заданий, знакомый с основной литературой, допустивший погрешности в ответе и при выполнении заданий, но обладающий достаточными знаниями для их устранения под руководством преподавателя;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных рабочей программой заданий, которые не позволят ему продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

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. Структура программно-технического комплекса цифровой подстанции: уровни иерархии.
2. Автоматизированные системы мониторинга и диагностики (АСМД): назначение и функции.
3. Мониторинг состояния систем охлаждения и устройств РПН силовых трансформаторов.
4. Активное поведение потребителя-регулятора на рынке электроэнерги
5. Структура АСМД для силовых трансформаторов: контролируемые параметры

Примеры тестовых заданий по всему курсу

1. Перечислите уровни иерархической структуры программно-технического комплекса цифровой подстанции и дайте краткую характеристику каждого уровня.

2. На промышленном предприятии внедряется АИИС КУЭ для территориально распределенной структуры с удаленными цехами. Какую архитектуру системы учета следует выбрать и почему?

3. Что такое «потребитель-регулятор» и какие возможности он получает на рынке электроэнергии?

4. Какие элементы входят в состав активно-адаптивной сети?

a) Линии электропередачи и коммутационные аппараты
b) Современные цифровые устройства защиты и автоматики
c) Только генерирующие источники
d) Информационно-технологические и управляющие системы
e) Быстродействующая многоуровневая управляющая система

5. Какие типы измерения и контроля предусматриваются в силовых трансформаторах для АСМД?

a) Контроль влагосодержания в масле и твердой изоляции
b) Измерение и анализ частичных разрядов в изоляции
c) Контроль цвета изоляции проводов
d) Контроль состояния вводов
e) Анализ временного графика изменения мощности, потребляемой приводом РПН

6. Какое определение соответствует понятию «Smart Grid»?

a) Система сбора и хранения данных об энергоресурсах
b) Полностью интегрированная, саморегулирующаяся и самовосстанавливающаяся электроэнергетическая система, имеющая сетевую топологию и включающая в себя все генерирующие источники, магистральные и распределительные сети и все виды потребителей, управляемые единой сетью информационно-управляющих устройств в реальном времени
c) Совокупность аппаратных и программных средств для дистанционного сбора данных
d) Комплекс технических решений для защиты электрических цепей

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, контроля, диагностики и испытаний общепромышленного и специального назначения для различных отраслей национального хозяйства	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 автоматизации проектирования отечественного и зарубежного опыта	12

	разработки конкурентоспособной продукции 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 критический анализ	3	Задание закрытого типа на	Средний	5

	проблемных ситуаций на основе системного подхода, в том числе с использованием информационных технологий		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 проблемных ситуаций на основе	8	Задание закрытого типа на установление последовательн	Средний	5

	системного подхода, в том числе с использованием информационных технологий		ости		
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 системы управления, контроля и диагностики	13	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-1	ПК 1.3 –	14	Задание	Средний	5

	Проектирует автоматические системы управления, контроля и диагностики		закрытого типа на установление последовательности		
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 предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ПК-1	ПК 1.3 –	22	Задание	Низкий	2

	Проектирует автоматические системы управления, контроля и диагностики		комбинированного типа с выбором одного верного ответа		
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 технические проекты;	29	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-2	ПК 2.1 – Разрабатывает эскизные, рабочие и	30	Задание закрытого типа на	Средний	5

	технические проекты;		установление соответствия		
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 отечественного и зарубежного опыта разработки конкурентоспособной продукции	35	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-2	ПК 2.2 - использует	36	Задание	Средний	5

	современные средства автоматизации проектирования отечественного и зарубежного опыта разработки конкурентоспособной продукции		комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора		
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 выбора	Средний	5
ПК-3	ПК 3.1 – Проводит технические расчеты проекта;	43	Задание комбинированного типа с выбором одного верного	Низкий	2

			ответа		
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 организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	49	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает	50	Задание комбинированн	Низкий	2

	функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов		ого типа с выбором одного верного ответа		
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 автоматизированных и автоматических производств и их элементов	54	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и	55	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10

	техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов				
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	56	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	57	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	58	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	59	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	60	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5

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

1. Вопрос: Какая фундаментальная проблема возникает при использовании классических PMU на основе ДПФ в энергосистемах с высокой долей ВИЭ?

А. Недостаточная точность измерения субсинхронных и суперсинхронных гармонических составляющих
Б. Отсутствие синхронизации по PTP
В. Невозможность передачи данных по протоколу МЭК 61850
Г. Высокое энергопотребление устройств

2. Вопрос: Установите последовательность обработки сигнала в улучшенном PMU для измерения субсинхронных колебаний.

1. Адаптивное обнаружение частоты
2. Модальная фильтрация
3. Коррекция и компенсация фазора
4. Классическое ДПФ-преобразование

3. Вопрос: Соотнесите тип колебаний в энергосистеме с ВИЭ и их частотный диапазон. Варианты ответа:

1. Субсинхронные колебания (SSR)
2. Суперсинхронные колебания
3. Межгармонические колебания
4. Синхронные качания

А. 10–50 Гц
Б. 50–100 Гц
В. Частоты, не кратные основной
Г. 0.1–2 Гц

4. Вопрос: Опишите метод улучшенного измерения синхрофазоров для захвата субсинхронной динамики в энергосистемах с ВИЭ. Какие этапы включает предлагаемый алгоритм?

5. Вопрос: Какая технология позволяет выявлять субсинхронные колебания в ветроэлектростанциях, подключенных к сетям с последовательной компенсацией?

А. PMU с расширенным частотным диапазоном
Б. Электромеханические реле
В. Традиционные SCADA-системы
Г. Ручной анализ осциллограмм

6. Вопрос: Какие из перечисленных факторов вызывают субсинхронные колебания в энергосистемах с ВИЭ?

А. Взаимодействие ветрогенераторов с устройствами последовательной компенсации
Б. Использование оптических трансформаторов тока
В. Слабые АС-сети (низкое отношение короткого замыкания)
Г. Высокая точность синхронизации PTP
Д. Наличие субсинхронных резонансных контуров

7. Вопрос: Что означает аббревиатура SSO (Sub-Synchronous Oscillations) в контексте современных энергосистем?

А. Колебания на частотах ниже синхронной, вызванные взаимодействием ВИЭ и сети
Б. Сверхсинхронные колебания роторов генераторов
В. Статические переключения в оптических сетях
Г. Синхронизированные измерения напряжения

8. Вопрос: Установите последовательность развития субсинхронного резонанса в ветроэлектростанции с последовательной компенсацией.

1. Возникновение резонансного контура на частоте ниже промышленной
2. Усиление колебаний тока на резонансной частоте
3. Взаимодействие с системой управления преобразователя ветрогенератора
4. Развитие незатухающих колебаний мощности

9. Вопрос: Соотнесите тип субсинхронного взаимодействия и его причину.

1. SSR (Sub-Synchronous Resonance)
2. SSTI (Sub-Synchronous Torsional Interaction)
3. SSCI (Sub-Synchronous Control Interaction)
4. Induction generator effect

А. Взаимодействие с системами управления преобразователей
Б. Резонанс в линии с последовательной компенсацией
В. Взаимодействие с механическими крутильными колебаниями
Г. Эффект асинхронного генератора при низких частотах

10. Вопрос: Опишите механизм возникновения SSCI (Sub-Synchronous Control Interaction) в ветроэлектростанциях с DFIG. Какие параметры системы влияют на демпфирование?

11. Вопрос: Какая характеристика сети является критической для возникновения субсинхронных колебаний при подключении ветроэлектростанций?

А. Низкое отношение короткого замыкания (SCR)
Б. Высокий уровень тока короткого замыкания
В. Наличие оптических трансформаторов
Г. Использование протокола PRP

12. Вопрос: Какие из перечисленных методов применяются для демпфирования субсинхронных колебаний в ветроэлектростанциях?

А. Встраивание субсинхронных заграждающих фильтров в алгоритмы управления преобразователями
Б. Увеличение скорости передачи GOOSE-сообщений
В. Применение статических компенсаторов (STATCOM)
Г. Использование более точной синхронизации PTP
Д. Установка демпфирующих контроллеров на базе PMU

13. Вопрос: Какой метод используется для обнаружения и идентификации межгармонических составляющих в энергосистемах с ВИЭ?

А. ESPRIT-метод (Estimation of Signal Parameters via Rotational Invariance Techniques)
Б. ДПФ с фиксированным окном
В. Электромеханические измерители
Г. Осциллографирование

14. Вопрос: Установите последовательность тестирования устройств МЭК 61850 согласно методологии "GOOSE пинг-понг".

1. Генерация нагрузочного трафика в сети
2. Отправка тестового GOOSE-сообщения
3. Измерение времени прохождения через коммутатор
4. Расчет полной задержки в сети

15. Вопрос: Соотнесите метод тестирования цифровых устройств и его назначение.
Варианты ответа:

1. HIL (Hardware-in-the-Loop)
2. GOOSE пинг-понг
3. Черный ящик
4. Имитационное моделирование

А. Проверка работы в условиях, максимально приближенных к реальным
Б. Измерение задержек в коммуникационной среде
В. Тестирование без доступа к внутренним данным устройства
Г. Проверка алгоритмов на математических моделях

16. Вопрос: Опишите концепцию испытательного полигона цифровой подстанции, созданного на базе ИГЭУ. Какие уровни включает эта система?

17. Вопрос: Какая проблема была выявлена при заводских испытаниях оборудования разных поставщиков на полигоне ЦПС ПАО "Газпром Нефть"?

А. Расхождения в реакции оборудования на нештатные ситуации при отсутствии синхронизации времени
Б. Невозможность подключения к процессной шине
В. Отсутствие поддержки GOOSE
Г. Высокое энергопотребление

18. Вопрос: Какие из перечисленных аспектов тестирования становятся критически важными при переходе к цифровым подстанциям?

А. Измерение временных задержек в коммуникационной среде
Б. Проверка работы при повышенной загрузке сети
В. Цветовая маркировка кабелей
Г. Тестирование при отсутствии синхронизации точного времени
Д. Проверка совместимости оборудования разных производителей (интероперабельность)
Обоснование:

19. Вопрос: Какое изменение в сертификации устройств МЭК 61850 анонсировала международная группа пользователей UCA (UCAIug)?

А. Прекращение выдачи сертификатов для устройств издания 1
Б. Ужесточение требований к электробезопасности
В. Отмена сертификации для издания 2
Г. Введение обязательного тестирования на помехоустойчивость

20. Вопрос: Какие новые процедуры тестирования предусмотрены вторым изданием МЭК 61850?

21. Вопрос: Какая технология позволяет объединить миры ИТ-систем и реальности для создания новых бизнес-моделей в энергетике?

А. Цифровое ядро (Digital Core)
Б. Протокол GOOSE
В. Оптические трансформаторы
Г. Резервирование PRP

22. Вопрос: Установите последовательность применения нейронных сетей для восстановления сигнала с вторичной обмотки трансформатора тока в режимах с глубоким насыщением.

1. Обучение нейросети на эталонных сигналах
2. Анализ искаженного сигнала в реальном времени
3. Восстановление исходной формы тока
4. Подача восстановленного сигнала в алгоритмы защиты

23. Вопрос: Соотнесите метод машинного обучения и его применение в цифровой энергетике.

1. Нейронные сети
2. Метод опорных векторов
3. Деревья решений
4. Случайный лес

А. Восстановление сигналов ТТ при насыщении
Б. Классификация типов аварийных событий
В. Выявление аномалий в трафике GOOSE
Г. Прогнозирование остаточного ресурса оборудования

24. Вопрос: Опишите архитектуру Интернета энергии (Internet of Energy). Чем она отличается от традиционной централизованной архитектуры?

25. Вопрос: Какая новая концепция архитектуры электроэнергетических систем предложена для ответа на вызовы энергетического перехода?

А. Интернет энергии (Internet of Energy)
Б. Цифровая подстанция
В. АСУ ТП
Г. SCADA

26. Вопрос: Какие из перечисленных технологий относятся к концепции трансакционной энергетики?

А. P2P-торговля электроэнергией между активными потребителями
Б. Использование электромеханических реле
В. Умные контракты на базе блокчейн
Г. Динамическое ценообразование в реальном времени
Д. Централизованное диспетчерское управление

27. Вопрос: Что понимается под "цифровым ядром" (Digital Core) в концепции цифровой трансформации энергокомпаний?

А. Система, объединяющая ИТ-системы и физическую реальность, связывающая заказчиков, производство и оборудование
Б. Центральный процессор терминала РЗА
В. Главный сервер SCADA
Г. Коммутатор процессной шины

28. Вопрос: Установите последовательность выявления коммерческих потерь в электрической сети 6–10/0,4 кВ с применением интеллектуальных систем учета.

1. Сбор данных с интеллектуальных счетчиков
2. Балансовый расчет по участкам сети
3. Выявление участков с аномальными потерями
4. Локализация мест хищений или неисправностей

29. Вопрос: Соотнесите устройство цифрового района электрических сетей (РЭС) и его функцию.

1. Реклоузер
2. Фьюзсейвер
3. Индикатор КЗ
4. Управляемый стабилизатор нагрузки

А. Коммутационный аппарат с функцией АПВ и защиты
Б. Устройство защиты трансформаторов от перегрузок и КЗ
В. Устройство визуальной индикации протекания тока КЗ
Г. Устройство поддержания напряжения в заданных пределах

30. Вопрос: Опишите принцип работы реклоузера в распределительных сетях 6–10 кВ. Какие функции автоматики он реализует?

31. Вопрос: Какая технология позволяет автоматически обнаруживать и устранять уязвимости в энергосистеме, снижая вероятность простоев?

А. Самовосстанавливающиеся системы на базе машинного обучения
Б. Ручное управление персоналом
В. Плановые отключения
Г. Визуальный осмотр

32. Вопрос: Какие из перечисленных методов используются для прогнозирования и выявления перебоев подачи электроэнергии?

А. Модели машинного обучения на исторических данных
Б. Анализ потоков данных в реальном времени
В. Ежемесячные отчеты диспетчеров
Г. Визуальный осмотр линий электропередачи
Д. Цифровые двойники распределительных сетей

33. Вопрос: Какая технология позволяет создавать доверенные сервисы и процессы на базе инфраструктуры Интернета энергии?

А. Системные принципы и правила функционирования, закрепленные в новой нормативно-технической документации
Б. Протокол GOOSE
В. Оптические трансформаторы
Г. PRP-резервирование

34. Вопрос: Установите последовательность этапов цифровой трансформации в электроэнергетике согласно концепции цифрового ядра.

1. Интеграция данных, систем, процессов и оборудования
2. Создание единого цифрового ядра
3. Снижение затрат и повышение эффективности
4. Создание новых моделей бизнеса и цепочек кооперации

35. Вопрос: Соотнесите уровень цифровизации подстанции класса 35–110 кВ и его характеристику.

1. Базовый уровень
2. Средний уровень
3. Высокий уровень
4. Продвинутый уровень

А. Полная цифровая подстанция с процессной шиной и МЭК 61850
Б. Частичная цифровизация, отдельные IED, традиционные связи
В. Интеграция РЗА и АСУ ТП, шина станции
Г. Цифровой двойник, предиктивная аналитика, киберфизическая система

36. Вопрос: Опишите архитектуру киберустойчивой цифровой подстанции с адаптивным механизмом управления безопасностью. Какой математический аппарат используется?

37. Вопрос: Какой механизм управления безопасностью внутренней сети цифровой подстанции предлагается для обеспечения киберустойчивости?

А. Стохастический самообучающийся автомат с переменной структурой и линейной тактикой
Б. Статические межсетевые экраны
В. Ежеквартальная смена паролей
Г. Ручное управление доступом

38. Вопрос: Какие из перечисленных методов машинного обучения исследуются для выявления кибератак на шину процесса цифровой подстанции?

А. Искусственные нейронные сети
Б. Метод k-ближайших соседей
В. Ручной анализ логов
Г. Метод опорных векторов
Д. Случайный лес

39. Вопрос: Какой метод обнаружения киберугроз предлагается в проекте РНФ (№ 25-29-00362) для шины процесса цифровой подстанции?

А. Балансные методы (методы двойной записи) и их расширение на базе законов физики электричества
Б. Только сигнатурный анализ

В. Визуальный контроль трафика
Г. Периодическое тестирование уязвимостей

40. Вопрос: Опишите концепцию киберфизического моделирования для обнаружения киберугроз в цифровой электроэнергетике. Какие преимущества дает такой подход?

41. Вопрос: Какой программно-аппаратный комплекс используется для цифрового моделирования электромагнитных переходных процессов и имитации кибератак?

А. RTDS (Real Time Digital Simulator)
Б. MATLAB/Simulink
В. SCADA-система
Г. OPC-сервер

42. Вопрос: Установите последовательность разработки системы обеспечения информационной безопасности АСУ ЭСК.

1. Разработка модели угроз безопасности информации
2. Формирование требований к информационной безопасности
3. Разработка структуры СОИБ
4. Выбор технических и программных решений

43. Вопрос: Соотнесите объект защиты АСУ ЭСК и угрозу безопасности.

1. Протокол GOOSE
2. PMU-измерения
3. Файлы конфигурации SCD
4. Синхронизация PTP

А. Внедрение ложных сообщений
Б. Искажение синхрофазоров
В. Несанкционированное изменение уставок
Г. Нарушение точности времени

44. Вопрос: Опишите этапы разработки модели угроз безопасности информации для автоматизированной системы управления электросетевого комплекса.

45. Вопрос: Какая технология позволяет выявлять киберинциденты на основе корреляции аномалий в трафике GOOSE и аномалий в технологическом процессе?

А. Двухуровневая система обнаружения аномалий
Б. Одноуровневый антивирус
В. Статический межсетевой экран
Г. VPN-шлюз

46. Вопрос: Какие из перечисленных критериев используются при выборе алгоритмов обнаружения кибератак для реализации на микропроцессорах отечественного производства?

А. Быстродействие
Б. Ресурсоемкость
В. Цвет корпуса
Г. Возможность аппаратной реализации
Д. Совместимость с зарубежными ОС

Обоснование:

47. Вопрос: Какая классификация подстанций по категориям важности учитывается при разработке требований к кибербезопасности?

А. Значимые объекты критической информационной инфраструктуры (ЗОКИИ)
Б. По цвету мнемосхемы
В. По году постройки
Г. По типу силовых трансформаторов

48. Вопрос: Установите последовательность функционирования самообучающегося автомата для управления безопасностью сети ЦПС.

1. Мониторинг текущего состояния сети
2. Анализ аномалий и обучение
3. Адаптивное изменение правил взаимодействия узлов
4. Противодействие кибератакам

49. Вопрос: Соотнесите тип кибератаки и метод обнаружения на основе балансных методов.

1. Подмена GOOSE-сообщений
2. Искажение SV-потоков
3. DoS-атака на коммутатор
4. Внедрение ложных команд

А. Контроль небаланса токов по закону Кирхгофа
Б. Проверка соответствия физическим законам
В. Анализ задержек и потери пакетов
Г. Контроль последовательности переключений

50. Вопрос: Опишите принцип применения законов Кирхгофа для обнаружения кибератак на измерительные каналы цифровой подстанции.

51. Вопрос: Какая технология позволяет перейти от автоматизированной электроэнергетики к Интернету энергии?

А. Системные принципы и правила функционирования, закрепленные в новой нормативной базе
Б. Только увеличение пропускной способности линий
В. Строительство новых электростанций
Г. Отказ от цифровизации

52. Вопрос: Какие из перечисленных направлений развития предусмотрены для цифровых районов электрических сетей?

А. Внедрение реклоузеров с функциями автоматики
Б. Использование индикаторов короткого замыкания с удаленным опросом
В. Полный отказ от автоматизации
Г. Применение фьюзсейверов для защиты трансформаторов
Д. Интеллектуальный учет электроэнергии

53. Вопрос: Какая функция позволяет реклоузеру выполнять автоматическое повторное включение после отключения?

А. Встроенный контроллер с поддержкой логики АПВ
Б. Ручное управление оператором
В. Дистанционная команда по GOOSE
Г. Механический пружинный привод

54. Вопрос: Установите последовательность работы фьюзсейвера при перегрузке трансформатора.

1. Измерение тока перегрузки
2. Сравнение с уставкой
3. Размыкание главных контактов
4. Сигнализация о срабатывании

55. Вопрос: Соотнесите тип накопителя электроэнергии и его применение в распределительных сетях.

1. Литий-ионные СНЭ
2. Суперконденсаторы
3. Проточные батареи
4. Кинетические накопители

А. Кратковременное демпфирование колебаний мощности
Б. Сглаживание пиков генерации ВИЭ
В. Длительное хранение для арбитража
Г. Регулирование частоты и инерция

56. Вопрос: Опишите перспективные варианты использования систем накопления электроэнергии в распределительных сетях 0,4–110 кВ.

57. Вопрос: Какая функция системы накопления позволяет имитировать инерцию синхронного генератора?

А. Виртуальный синхронный генератор (Virtual Synchronous Generator)
Б. Быстрый ввод/сброс мощности
В. Арбитраж на рынке электроэнергии
Г. Резервирование собственных нужд

58. Вопрос: Какие из перечисленных параметров мониторятся в системе DCIM для гарантированного электропитания?

А. Напряжение и ток ИБП
Б. Температура аккумуляторных батарей
В. Цвет изоляции проводов
Г. Остаточная емкость АБ
Д. Время автономии

59. Вопрос: Установите последовательность прогнозирования остаточного ресурса высоковольтного оборудования с применением цифрового двойника.

1. Сбор данных с датчиков (ток, температура, частичные разряды)
2. Сравнение с математической моделью оборудования
3. Выявление аномалий и отклонений
4. Расчет прогнозируемого срока службы

60. Вопрос: Соотнесите перспективную технологию и ее применение в цифровых системах электроснабжения.

1. Квантовые коммуникации
2. Edge computing
3. Цифровые сертификаты PKI
4. Трансакционная энергетика

А. Абсолютная защита каналов управления
Б. Обработка данных на границе сети для снижения задержек
В. Аутентификация IED и GOOSE-сообщений
Г. P2P-торговля электроэнергией

Ключи к оцениванию тестовых заданий

№ Задания	Верный ответ	Критерии
1	А	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-А, 2-Б, 3-В, 4-Г	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
4	Ответ: Улучшенный PMU добавляет к классическому ДПФ адаптивное обнаружение частоты, модальную фильтрацию и коррекцию фазора для точного измерения суб/суперсинхронных гармоник при резонансах и колебаниях в сетях с ВИЭ.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
5	А	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
6	А, В, Д Обоснование: SSR/SSO возникают при взаимодействии ВИЭ с последовательной компенсацией, в слабых сетях и при наличии резонансных контуров. Оптические ТТ и PTP на физику колебаний не влияют.	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-Б, 2-В, 3-А, 4-Г	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
10	SSCI возникает при взаимодействии быстродействующих систем управления преобразователей ветрогенераторов (DFIG) с резонансными контурами сети. Демпфирование зависит от параметров регуляторов, степени компенсации и	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи

	SCR.	
11	А	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
12	А, В, Д Обоснование: демпфирование SSR/SSO обеспечивается фильтрами в управлении, STATCOM и специальными контроллерами. PTP и GOOSE не влияют на электромеханические колебания.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
13	А	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
14	2 → 1 → 3 → 4	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
15	1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
16	Ответ: Полигон ИГЭУ содержит уровень моделирования первичных процессов, уровень промышленных коммутаторов и уровень подключения вторичных устройств (терминалов защит, счетчиков) для всесторонних испытаний в условиях, приближенных к реальным.	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
17	А	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
18	Ответ: А, Б. В, Г, Д Обоснование: задержки, загрузка сети, отсутствие синхронизации и интероперабельность – критические факторы для ЦПС. Цвет маркировки к тестированию не относится.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
19	А	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
20	Ответ: Второе издание МЭК 61850 ввело новые процедуры тестирования, включая проверку комбинации устройств разных версий стандарта, усовершенствованный процесс проектирования с логическим моделированием и вопросы совместимости версий.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
21	А	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
22	1 → 2 → 3 → 4	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
23	1-А, 2-Б, 3-В,4-Г	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи

24	Ответ: Интернет энергии (IoE) – децентрализованная архитектура с двусторонним обменом энергией и информацией, P2P-транзакциями, активными потребителями, в отличие от централизованной однонаправленной модели.	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
25	А	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
26	А, В, Г Обоснование: трансакционная энергетика включает P2P-торговлю, блокчейн, динамическое ценообразование. Электромеханические реле и централизованное управление – традиционные подходы.	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
27	А	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
28	1 → 2 → 3 → 4	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
29	1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
30	Реклоузер – коммутационный аппарат с функциями МТЗ, АПВ, измерения и передачи данных. Выполняет циклы АПВ (обычно до 3-4) для восстановления питания после самоустраняющихся повреждений.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
31	А	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
32	Ответ: А, Б, Д Обоснование: ML на исторических данных, real-time аналитика и цифровые двойники – современные методы. Отчеты и визуальный осмотр – реактивные методы.	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
33	А	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
34	1-2-3-4	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
35	1-Б, 2-В, 3-А, 4-Г	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
36	Ответ: Адаптивный механизм на базе стохастического самообучающегося автомата с переменной структурой и линейной тактикой управляет правилами взаимодействия узлов в сети ЦПС, обеспечивая киберустойчивость в условиях атак.	1 б – 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-А, 2-Б, 3-В, 4-Г	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
40	Ответ: Киберфизическое моделирование объединяет модели физических процессов (электромагнитные переходные процессы) и модели кибератак на сети связи. Позволяет выявлять аномалии на ранних стадиях, коррелируя отклонения в трафике и технологическом процессе.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
41	А	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
42	1-2-3-4	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
43	1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
44	Ответ: Разработка модели угроз включает: определение объектов защиты, выявление потенциальных угроз и нарушителей, оценку уязвимостей, анализ рисков и формирование перечня актуальных угроз для данной АСУ.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
45	А	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
46	А, Б, Г, Д Обоснование: нейросети, kNN, SVM, случайный лес – методы ML для обнаружения аномалий. Ручной анализ неэффективен в реальном времени.	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
47	А	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
48	1 → 2 → 3 → 4	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
49	Ответ: СНЭ в распределительных сетях применяются для: сглаживания пиков ВИЭ, арбитража, регулирования частоты, демпфирования колебаний, повышения надежности (резервирование), обеспечения черного старта и работы в островных режимах.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
50	А	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи

51	Ответ: А, Б, Г, Д Обоснование: DCIM мониторит параметры ИБП, АБ (температура, остаточная емкость), время автономии, климат. Цвет изоляции не мониторится.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
52	А	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
53	1 → 2 → 3 → 4	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
54	1-Б, 2-А, 3-В, 4-Г	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
55	Ответ: Законы Кирхгофа задают физически обусловленные соотношения между токами и напряжениями в узлах. Контроль небалансов в цифровых измерениях (SV) позволяет обнаружить искажения, вызванные кибератаками.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
56	А	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
57	Ответ: А, Б, Г, Д Обоснование: цифровой РЭС включает реклоузеры, индикаторы КЗ с удаленным опросом, фьюзсейверы и интеллектуальный учет. Отказ от автоматизации – антитренд.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
58	А	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
59	1→ 2 → 3 → 4	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 экзамену

1. 1. Субсинхронные колебания (SSO) в энергосистемах с ВИЭ: физическая природа, причины возникновения, классификация.
2. Типы субсинхронных взаимодействий: SSR (Sub-Synchronous Resonance), SSTI (Sub-Synchronous Torsional Interaction), SSCI (Sub-Synchronous Control Interaction), индукционный эффект генератора.
3. Влияние устройств последовательной компенсации на возникновение субсинхронных резонансов в ветроэлектростанциях с DFIG.
4. Методы обнаружения субсинхронных колебаний с использованием улучшенных PMU

на основе адаптивного ДПФ и модальной фильтрации.
5. Алгоритмы демпфирования субсинхронных колебаний с применением STATCOM, заграждающих фильтров и демпфирующих контроллеров.
6. ESPRIT-метод (Estimation of Signal Parameters via Rotational Invariance Techniques) для идентификации межгармонических составляющих.
7. Концепция испытательного полигона цифровой подстанции (на примере ИГЭУ): уровни моделирования, состав оборудования, задачи.
8. Методология тестирования "GOOSE пинг-понг" для измерения задержек в коммуникационной среде ЦПС.
9. HIL-тестирование (Hardware-in-the-Loop): принципы построения, преимущества, применение для верификации устройств РЗА.
10. Проблемы интероперабельности оборудования разных производителей на цифровых подстанциях и методы их решения.
11. Новые процедуры тестирования во втором издании стандарта МЭК 61850: проверка совместимости версий, логическое моделирование.
12. Результаты испытаний оборудования на полигоне ЦПС ПАО "Газпром Нефть": выявленные проблемы и пути их устранения.
13. Цифровое ядро (Digital Core) как концепция цифровой трансформации энергокомпаний: интеграция ИТ-систем и физической реальности.
14. Интернет энергии (Internet of Energy): архитектура, принципы функционирования, отличие от традиционной модели.
15. Трансакционная энергетика: P2P-торговля электроэнергией, умные контракты на базе блокчейн, динамическое ценообразование.
16. Применение нейронных сетей для восстановления сигналов трансформаторов тока при глубоком насыщении магнитопровода.
17. Методы машинного обучения в задачах классификации типов аварийных событий и обнаружения аномальных режимов.
18. Цифровые районы электрических сетей (РЭС): состав оборудования, архитектура, решаемые задачи автоматизации.
19. Реклоузеры в распределительных сетях 6–10 кВ: устройство, принцип работы, функции автоматики (МТЗ, АПВ, АВР).
20. Фьюзсейверы: назначение, принцип действия, особенности применения для защиты силовых трансформаторов.
21. Индикаторы короткого замыкания с удаленным опросом: типы (индукционные, оптические), принципы работы, интеграция в АСУ ТП.
22. Интеллектуальные системы учета электроэнергии в распределительных сетях: архитектура, протоколы, преимущества перед традиционным учетом.
23. Самовосстанавливающиеся сети (Self-healing): алгоритмы обнаружения повреждения, локализации, изоляции и восстановления.
24. Методы прогнозирования перебоев подачи электроэнергии на основе машинного обучения и цифровых двойников распределительных сетей.
25. Киберустойчивая цифровая подстанция: понятие, принципы построения, адаптивные механизмы управления безопасностью.
26. Стохастический самообучающийся автомат с переменной структурой для управления безопасностью внутренней сети ЦПС.
27. Балансные методы обнаружения кибератак на измерительные каналы цифровых подстанций на основе законов Кирхгофа.
28. Применение методов двойной записи для выявления несоответствий между измеренными и расчетными параметрами режима.
29. Киберфизическое моделирование для обнаружения кибератак: объединение моделей физических процессов и моделей атак на сети связи.
30. Двухуровневая система обнаружения аномалий: корреляция сетевых параметров (трафик GOOSE/SV) и технологических параметров.

31. Программно-аппаратный комплекс RTDS (Real Time Digital Simulator): назначение, возможности, применение для моделирования переходных процессов и кибератак.
32. Этапы разработки модели угроз безопасности информации для АСУ электросетевого комплекса согласно методике ФСТЭК.
33. Методы машинного обучения для выявления кибератак на шину процесса: нейронные сети, метод опорных векторов, случайный лес.
34. Балансные методы обнаружения кибератак в проекте РНФ (№ 25-29-00362): теоретические основы и практическая реализация.
35. Системы накопления электроэнергии (СНЭ) в распределительных сетях: типы накопителей (литий-ионные, суперконденсаторы, проточные, кинетические), области применения.
36. Виртуальный синхронный генератор (Virtual Synchronous Generator): принцип работы, алгоритмы управления (P-f droop, Q-U droop), роль в обеспечении инерции.
37. Системы DCIM (Data Center Infrastructure Management) для мониторинга гарантированного электропитания цифровых подстанций.
38. Параметры мониторинга в DCIM: напряжение и ток ИБП, температура аккумуляторных батарей, остаточная емкость, время автономии.
39. Прогнозирование остаточного ресурса высоковольтного оборудования с применением цифровых двойников: сбор данных, сравнение с моделью, выявление аномалий.
40. Двухквадрантные DC-DC преобразователи для систем накопления энергии: режимы buck (заряд) и boost (разряд), передаточные характеристики .
41. Расчет параметров фильтра DC-DC преобразователя для обеспечения заданной пульсации тока батареи .
42. Влияние частоты коммутации DC-DC преобразователя на массогабаритные показатели пассивных компонентов .
43. Архитектура ИБП с двойным преобразованием энергии: выпрямитель, инвертор, байпас, аккумуляторные батареи .
44. ШИМ-управление двухуровневым инвертором: синусоидальная ШИМ, коэффициент модуляции, линейный режим и режим перемодуляции .
45. Гармонический спектр выходного напряжения инвертора при ШИМ-управлении: основные гармонические группы, влияние коэффициента модуляции .
46. Регулирование коэффициента мощности на входе активного выпрямителя: векторные диаграммы, пределы регулирования .
47. Режимы работы ИБП: нормальный режим (двойное преобразование), режим байпаса, режим работы от батареи .
48. Динамический восстановитель напряжения (DVR): принцип работы, применение для компенсации провалов и выбросов напряжения .
49. Активные фильтры мощности (APF) с адаптивными алгоритмами управления для компенсации гармонических искажений .
50. Многоуровневые инверторы с каскадной Н-мостовой архитектурой: преимущества, области применения .
51. Квантовые коммуникации в электроэнергетике: принципы квантового распределения ключей, перспективы применения для защиты каналов управления.
52. Edge computing в цифровых системах электроснабжения: обработка данных на границе сети, снижение задержек, повышение отказоустойчивости.
53. Цифровые сертификаты PKI для аутентификации IED и GOOSE-сообщений: архитектура, процедуры сертификации.
54. Перспективы развития стандарта МЭК 61850 (edition 3.0): новые протоколы, функции кибербезопасности, расширенная поддержка ВИЭ.
55. Концепция "Умного города" (Smart City): интеграция цифровых систем электроснабжения с транспортной, коммунальной и информационной инфраструктурой .
56. GIS-системы в электроэнергетике: сбор, хранение, анализ и визуализация

пространственных данных об объектах электросетевого хозяйства .

57. Автоматизированные системы мониторинга и диагностики (АСМД): назначение, функции, оценка остаточного ресурса оборудования .
58. АИИС КУЭ: архитектура (централизованная/децентрализованная), состав, функции коммерческого и технического учета .
59. "Потребитель-регулятор": понятие, функции, возможности участия в розничных рынках электроэнергии .
60. Активно-адаптивные сети (Smart Grid): определение, свойства (саморегуляция, самовосстановление), состав элементов .
61. Уровни иерархии программно-технического комплекса цифровой подстанции: уровень процесса, уровень присоединения, станционный уровень .
62. Системы мониторинга силовых трансформаторов: контроль влагосодержания масла, анализ частичных разрядов, контроль состояния вводов .
63. Архитектура DERMS (Distributed Energy Resources Management System) для управления распределенными энергоресурсами .
64. Устройства FACTS (Flexible AC Transmission Systems) в цифровых сетях: назначение, типы, принципы управления.
65. Синхронные компенсаторы для регулирования реактивной мощности: современные решения на базе асинхронизированных машин .
66. Адаптивные алгоритмы автоматической частотной разгрузки (АЧР) с приоритетом отключения нагрузок.
67. Методы оценки динамической устойчивости энергосистем с высокой долей ВИЭ на основе данных PMU.
68. Цифровые двойники подстанций: степень детализации, частота обновления, интеграция с АСУ ТП, применение для обучения персонала.
69. Технология цифровых двойников для оптимизации режимов распределительных сетей и снижения потерь.
70. Импортозамещение в цифровой энергетике: отечественные IED-устройства, коммутаторы, PMU, SCADA-системы.
71. Совместимость оборудования разных производителей при импортозамещении: проблемы и пути решения.
72. Проблемы синхронизации времени при отсутствии сигнала GPS/ГЛОНАСС: резервирование источников точного времени.
73. Методы обеспечения отказоустойчивости PTP-синхронизации при выходе из строя Grandmaster.
74. Применение технологии блокчейн для учета электроэнергии в микрогрид с P2P-торговлей.
75. Киберфизические системы (CPS) в электроэнергетике: определение, архитектура, примеры реализации.
76. Интеллектуальные системы обнаружения дуговых замыканий (AFDD) в распределительных сетях 0,4 кВ.
77. Методы компенсации высших гармоник в сетях с нелинейными нагрузками с применением активных фильтров.
78. Технология синхронизированных векторных измерений для систем противоаварийной автоматики.
79. Перспективные направления развития цифровых систем электроснабжения: искусственный интеллект, квантовые технологии, полностью автономные энергосистемы.