

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Крюков Вадим Николаевич

Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике

Дата подписания: 17.02.2026 17:43:27

Уникальный программный ключ:

1b0adb7fd710f6a0705d90c58682bd0c52f25b2

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.4

Уровень образования: магистратура

Кафедра электроэнергетики и автоматики

Разработчик ФОС:

Профессор Маллабоев Умарджон Маллабоевич _____

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании кафедры, протокол от 10.02.2026 г. № 04

Заведующий кафедрой _____ к.т.н., доцент А.М. Петров

Фонд оценочных средств по дисциплине Цифровые системы электроснабжения ч.4 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 ч.4, 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
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
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

<p>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</p>	<p>ПК-2.2 Использует современные средства автоматизации проектирования отечественного и зарубежного опыта разработки конкурентоспособной продукции</p>
<p>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</p>	<p>ПК-3.1 Проводит технические расчеты проекта</p>
	<p>ПК-3.2 Проводит функционально-стоимостный анализ эффективности проектируемых технических средств и систем автоматизации</p>
<p>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</p>	<p>ПК-4.1 Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов</p>

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-4.2 Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования
--	---

Таблица 2. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код результата обучения по дисциплине/ модулю	Оценочные средства текущей аттестации		Оценочные средства промежуточной аттестации	
			Наименование	Форма	Наименование	Форма
4 семестр						

2. 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.

2.1. Задания для текущего контроля успеваемости

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Организационные структуры предприятий электроэнергетики и энергетических служб потребителей электроэнергии.
2. Нормативное регулирование оперативно-диспетчерского управления электроэнергетикой в Российской Федерации.
3. Современное состояние Единой энергетической системы в России.
4. Дистанционное управление объектами электроэнергетики.
5. Цифровое дистанционное оперативно-диспетчерское управление энергосистемой – задачи, особенности организации процесса.
6. Понятие цифровая подстанция (ЦПС).
7. Организация работы цифровой подстанции на основе стандарта МЭК61850.
8. Назначение регистратора аварийных событий и процессов.
9. Функции цифровых регистраторов аварийных событий и процессов.
10. Виды регистраторов аварийных событий и процессов применяемых в электроэнергетических системах.
11. Назначение SCADA-систем, от английского Supervisory Control And Data Acquisition (диспетчерское управление и сбор данных).
12. Структурная схема SCADA-систем.
13. Функциональные возможности SCADA-систем.
14. Технология объектно-ориентированного программирования в SCADA-системах.
15. Назначение программного комплекса RastrWin для расчета режимов электрических сетей.
16. Основные расчетные модули и возможности RastrWin.
17. Подготовка исходных данных проведения расчетов в RastrWin.
18. Использование RastrWin в системе поддержки принятия решений (СППР) диспетчера энергосистемы.

19. Назначение цифровизации энергетики в энергетических компаниях. Удаленный сбор данных: телеметрия, синхронизированные векторные измерения (СВИ), система мониторинга переходных режимов (СМНР).
20. Централизованная система противоаварийной автоматики (ЦСПА).
21. Реклоузеры: назначение, область применения, место установки.
22. Индикаторы тока короткого замыкания (ИТКЗ): назначение, область применения, место установки.
23. Проект "Цифровой электромонтер" и технология виртуальной и дополненной реальности VR/AR.
24. Интеллектуальные приборы учета электроэнергии: разновидности и способы применения.

2.2. Задания для промежуточной аттестации

1. Что такое цифровая подстанция (ЦП)?
2. Каковы основные преимущества цифровых подстанций по сравнению с традиционными?
3. Что такое Process Bus в контексте цифровых подстанций?
4. Какие стандарты регламентируют работу цифровых подстанций?
5. Что такое Merging Unit (MU) в цифровой подстанции?
6. Какой протокол связи чаще всего используется в цифровых подстанциях для передачи данных реального времени?
7. Что такое GOOSE сообщение?
8. Для чего используется Precision Time Protocol (PTP) согласно IEEE 1588 в цифровых подстанциях?
9. Какова роль стандарта МЭК 61850-9-2?
10. Что такое Sampled Values (SV)?
11. Какие преимущества имеет цифровая релейная защита по сравнению с электромеханической?
12. Что такое централизованная защита подстанции?
13. Каковы основные функции системы мониторинга и диагностики состояния оборудования подстанции?
14. Какие методы диагностики состояния силовых трансформаторов используются в цифровых подстанциях?
15. Что такое IEC 61850 Logical Node (LN)?
16. Какие основные угрозы безопасности существуют для цифровых подстанций?
17. Какие меры необходимо принимать для обеспечения кибербезопасности цифровых подстанций?
18. Что такое резервирование в цифровых системах электроснабжения?
19. Какие существуют методы резервирования каналов связи в цифровых подстанциях?
20. Каковы основные принципы построения отказоустойчивых цифровых систем электроснабжения?

2.2.1. Контрольные вопросы к экзамену(зачету)

1. **Что такое цифровая подстанция (ЦП)?**
 - a) Подстанция, использующая только цифровые измерительные приборы.
 - b) Подстанция, где все первичные и вторичные цепи оцифрованы, а управление осуществляется на основе цифровых технологий.**
 - c) Подстанция с удаленным управлением через интернет.
 - d) Подстанция с повышенной надежностью.
2. **Каковы основные преимущества цифровых подстанций по сравнению с традиционными?**

- a) Более низкая стоимость оборудования и монтажа.
b) Улучшенная надежность, гибкость, диагностика и возможность интеграции с другими цифровыми системами. (Правильный ответ)
c) Упрощенная схема коммутации.
d) Повышенная мощность.
3. Что такое Process Bus в контексте цифровых подстанций?
a) Шина для передачи данных между устройствами защиты и автоматики.
b) Шина для подключения источников питания.
c) Шина для передачи данных от измерительных трансформаторов тока и напряжения непосредственно в цифровом виде к устройствам защиты и автоматики. (Правильный ответ)
d) Шина для передачи данных между контроллерами.
4. Какие стандарты регламентируют работу цифровых подстанций?
a) ГОСТ Р 52726
b) МЭК 61850 (Правильный ответ)
c) IEEE 1588
d) MODBUS
5. Что такое Merging Unit (MU) в цифровой подстанции?
a) Устройство для объединения нескольких подстанций в единую систему.
b) Устройство, которое преобразует аналоговые сигналы от трансформаторов тока и напряжения в цифровой формат для передачи по Process Bus. (Правильный ответ)
c) Устройство для защиты от перенапряжений.
d) Устройство для управления коммутационными аппаратами.
6. Какой протокол связи чаще всего используется в цифровых подстанциях для передачи данных реального времени?
a) TCP/IP
b) HTTP
c) GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event) (Правильный ответ)
d) MODBUS TCP
7. Что такое GOOSE сообщение?
a) Сообщение, содержащее данные о состоянии коммутационных аппаратов.
b) Сообщение, передающее команды управления.
c) Сообщение, содержащее информацию о мгновенных значениях токов и напряжений.
d) Сообщение, передающее данные о событиях (например, срабатывание защиты) с высокой скоростью и надежностью. (Правильный ответ)
8. Для чего используется Precision Time Protocol (PTP) согласно IEEE 1588 в цифровых подстанциях?
a) Для передачи данных о состоянии сети.
b) Для синхронизации времени между устройствами в сети с высокой точностью. (Правильный ответ)
c) Для передачи команд управления.
d) Для резервирования каналов связи.
9. Какова роль стандарта МЭК 61850-9-2?
a) Описывает требования к системам автоматического регулирования.
b) Определяет формат Sampled Values (SV) – цифровых выборок токов и напряжений, передаваемых по Process Bus. (Правильный ответ)
c) Определяет требования к безопасности цифровых подстанций.
d) Описывает протокол GOOSE.
10. Что такое Sampled Values (SV)?
a) Значения токов и напряжений, усредненные за определенный период времени.

b) Мгновенные цифровые выборки токов и напряжений, передаваемые от МУ к устройствам защиты и автоматики. (Правильный ответ)

- c) Данные о состоянии коммутационных аппаратов.
- d) Команды управления.

11. Какие преимущества имеет цифровая релейная защита по сравнению с электромеханической?

- a) Меньшая стоимость и простота настройки.

b) Более высокая надежность, гибкость, функциональность и возможность реализации сложных алгоритмов защиты. (Правильный ответ)

- c) Меньшие габариты и вес.
- d) Отсутствие необходимости в обслуживании.

12. Что такое централизованная защита подстанции?

a) Система защиты, при которой все функции защиты выполняются одним устройством.

b) Система защиты, при которой устройства защиты расположены в разных местах подстанции.

c) Система защиты, в которой функции защиты распределены между несколькими интеллектуальными электронными устройствами (IED), объединенными в сеть. (Правильный ответ)

- d) Система защиты, управляемая центральным компьютером.

13. Каковы основные функции системы мониторинга и диагностики состояния оборудования подстанции?

- a) Оперативное управление коммутационными аппаратами.

b) Сбор, обработка и анализ данных о состоянии оборудования для своевременного выявления дефектов и предотвращения аварий. (Правильный ответ)

- c) Автоматическое регулирование напряжения.
- d) Компенсация реактивной мощности.

14. Какие методы диагностики состояния силовых трансформаторов используются в цифровых подстанциях?

- a) Измерение температуры масла.

b) Анализ растворенных газов в масле (DGA), измерение частичных разрядов, контроль вибрации и температуры обмоток. (Правильный ответ)

- c) Измерение тока нагрузки.
- d) Визуальный осмотр.

15. Что такое IEC 61850 Logical Node (LN)?

- a) Физическое устройство (например, реле защиты).

b) Логическая сущность, представляющая собой определенную функцию или группу функций защиты, автоматики, управления и мониторинга в соответствии со стандартом МЭК 61850. (Правильный ответ)

- c) Сетевой адрес устройства.
- d) Тип данных.

16. Какие основные угрозы безопасности существуют для цифровых подстанций?

- a) Перенапряжения и короткие замыкания.

b) Кибернетические атаки, несанкционированный доступ, вирусы и вредоносное ПО. (Правильный ответ)

- c) Износ оборудования.
- d) Неправильная настройка оборудования.

17. Какие меры необходимо принимать для обеспечения кибербезопасности цифровых подстанций?

- a) Установка антивирусного программного обеспечения.

б) Использование брандмауэров, систем обнаружения вторжений, аутентификации и авторизации, шифрование данных, регулярное обновление программного обеспечения и обучение персонала. (Правильный ответ)

с) Физическая охрана подстанции.

д) Резервирование оборудования.

18. Что такое резервирование в цифровых системах электроснабжения?

а) Снижение нагрузки на оборудование.

б) Использование дублирующих каналов связи, устройств и систем для обеспечения бесперебойной работы в случае отказа основного оборудования. (Правильный ответ)

с) Увеличение мощности подстанции.

д) Разделение подстанции на несколько секций.

19. Какие существуют методы резервирования каналов связи в цифровых подстанциях?

а) Использование медных кабелей вместо оптоволоконных.

б) Parallel Redundancy Protocol (PRP) и High-availability Seamless Redundancy (HSR). (Правильный ответ)

с) Увеличение пропускной способности каналов связи.

д) Использование беспроводной связи.

20. Каковы основные принципы построения отказоустойчивых цифровых систем электроснабжения?

а) Использование только дорогостоящего оборудования.

б) Резервирование, разнообразие, мониторинг и диагностика, автоматическое переключение на резервные источники питания и каналы связи. (Правильный ответ)

с) Минимизация количества оборудования.

д) Простота схемных решений.

2.2.2. Типовые экзаменационные задачи

1. Моделирование RLC-цепи с анализом переходных процессов

- **Задание:** Создайте модель RLC-цепи в MATLAB/Simulink и проанализируйте переходные процессы.
- **Требования:**
 - Используйте блоки: **AC Voltage Source, Series RLC Branch, Voltage Measurement, Current Measurement, Scope**.
 - Задайте параметры: $R=10\text{ Ом}$, $R=100\text{ Ом}$, $L=0.1\text{ Гн}$, $L=0.1\text{ Гн}$, $C=100\text{ мкФ}$, $C=100\text{ мкФ}$.
 - Проведите моделирование переходных процессов при включении цепи.
 - Постройте графики тока через катушку и напряжения на конденсаторе.
- **Пример решения:**
 1. Откройте Simulink и создайте новую модель.
 2. Добавьте блоки: **AC Voltage Source, Series RLC Branch, Voltage Measurement, Current Measurement, Scope**.
 3. Настройте параметры блоков.
 4. Запустите моделирование и проанализируйте графики.

2. Моделирование трехфазной системы электроснабжения

- **Задание:** Разработайте модель трехфазной системы электроснабжения с трансформатором и нагрузкой.
- **Требования:**

- Используйте блоки: **Three-Phase Source, Three-Phase Transformer, Three-Phase Load.**
 - Задайте параметры: напряжение источника 400 В, мощность нагрузки 10 кВт.
 - Проведите анализ симметричных и несимметричных режимов работы.
 - Постройте графики фазных и линейных напряжений и токов.
 - **Пример решения:**
 1. Откройте Simulink и создайте новую модель.
 2. Добавьте блоки: **Three-Phase Source, Three-Phase Transformer, Three-Phase Load, Voltage Measurement, Current Measurement, Scope.**
 3. Настройте параметры блоков.
 4. Запустите моделирование и проанализируйте графики.
- 3. Анализ качества электроэнергии в MATLAB**
- **Задание:** Проведите анализ качества электроэнергии в системе с нелинейной нагрузкой.
 - **Требования:**
 - Создайте модель системы с выпрямителем и инвертором.
 - Используйте блоки: **AC Voltage Source, Diode Rectifier, Inverter, Load.**
 - Проведите анализ гармоник с использованием FFT (быстрое преобразование Фурье).
 - Постройте спектр гармоник и оцените коэффициент нелинейных искажений (THD).
 - **Пример решения:**
 1. Откройте Simulink и создайте новую модель.
 2. Добавьте блоки: **AC Voltage Source, Diode Rectifier, Inverter, Load, FFT Analysis.**
 3. Настройте параметры блоков.
 4. Запустите моделирование и проанализируйте спектр гармоник.
- 4. Моделирование системы с цифровым управлением**
- **Задание:** Разработайте модель системы электроснабжения с цифровым управлением (например, управление напряжением или частотой).
 - **Требования:**
 - Используйте блоки: **AC Voltage Source, Load, PID Controller, Discrete Elements.**
 - Проведите моделирование переходных процессов при изменении нагрузки.
 - Оцените качество управления (время переходного процесса, перерегулирование).
 - **Пример решения:**
 1. Откройте Simulink и создайте новую модель.
 2. Добавьте блоки: **AC Voltage Source, Load, PID Controller, Discrete Elements, Scope.**
 3. Настройте параметры блоков.
 4. Запустите моделирование и проанализируйте графики.
- 5. Оптимизация системы электроснабжения с использованием MATLAB**

- **Задание:** Проведите оптимизацию параметров системы электроснабжения (например, минимизация потерь мощности).
- **Требования:**
 - Создайте модель системы в MATLAB/Simulink.
 - Используйте встроенные функции MATLAB для оптимизации (например, fmincon).
 - Проведите анализ результатов и предложите оптимальные параметры.
- **Пример решения:**
 1. Откройте Simulink и создайте новую модель.
 2. Добавьте блоки: **AC Voltage Source, Load, Power Measurement**.
 3. Настройте параметры блоков.
 4. Используйте функцию fmincon для оптимизации параметров.
 5. Запустите моделирование и проанализируйте результаты.

2.2.3. Темы/задания курсовых проектов/курсовых работ

Новые бизнес-модели, сервисов и рынков с опорой на возможности цифровой экономики.

Автоматизированные системы диспетчерского управления.

Автоматика активных энергетических устройств.

Цифровые услуги и сервисы в электроэнергетике.

Цифровая диагностика электротехнического оборудования. Удаленное управление электрооборудованием.