

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Кожедеров Александр Игоревич
Должность: Директор филиала ИндИ (филиал) ФГБОУ ВО "ЮГУ"
Дата подписания: 16.07.2026 23:52:51
Уникальный программный ключ: 7f4522f81a862743c2711b37d9dd0f6adf40c4c8

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровые подстанции и электрические сети

Направление подготовки (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль: Электроэнергетика и электротехника (ИндИ)

Форма обучения
Очно-заочная

Квалификация выпускника
Бакалавр

2026 год набора

Виды работ	Объём занятий по семестрам, час										Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Самостоятельная работа							88	108			196
Контроль								18			18
Дистанционные лекции							10	10			20
Дистанционные практические занятия							10	8			18
Форма контроля							Зачёты	Экзамены			-
Итого:							108	144			252
з.е.							3	4			7

Ханты-Мансийск, 2026 год
(город)

Предисловие

1. Программа разработана в соответствии с требованиями Федерального закона от 27.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) *13.03.02 Электроэнергетика и электротехника* утвержденного № 144 от 28.02.2018 года.

2. Разработчик(и):

Кандидат наук

ученая степень, ученое звание
(при наличии)

(подпись)

Г. В. Газя

(И. О. Фамилия)

3. Согласовано:

Руководитель
образовательной
программы по
направлению подготовки
13.03.02
Электроэнергетика и
электротехника

(подпись)

Г. В. Газя

(И. О. Фамилия)

4. Утверждаю:

Руководитель
структурного
подразделения
Индустриальный институт
(г. Нефтеюганск)

(подпись)

А. П. Янукян

(И. О. Фамилия)

Документ подписан простой электронной подписью в
электронной информационно образовательной среде
Elios 2.0 ФГБОУ ВО «ЮГУ»

Идентификатор документа: 98687



Подписант
 Газя Геннадий Владимирович
 Янукян Арам Погосович

Дата подписания
28.05.2026 12:30:46
29.05.2026 02:11:15

1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование и развитие у обучающихся теоретических знаний и практических умений и навыков в области видов и способов передачи электрической энергии, видов электрических станций и подстанций в сфере развития интеллектуальной энергетики.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 учебного плана, модуля «Дисциплины (модули) по выбору 5 (ДВ.5)».

3 Формируемые компетенции обучающегося

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции), достижение которых обеспечивает дисциплина		Планируемые результаты (соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенции)
код компетенции	наименование компетенции	
ПК-1	Способен разрабатывать проектную документацию системы электроснабжения объектов капитального строительства	ПК-1.1 З-1: Типовые проектные решения по узлам системы электроснабжения ПК-1.2 З-1: Система условных обозначений в проектировании ПК-1.4 З-1: Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей ПК-1.1 У-1: Читать эскизные и рабочие чертежи графической части рабочей и проектной документации ПК-1.2 У-1: Выбирать алгоритм работы во внешних периферийных устройствах при комплектовании чертежей рабочей документации систем электроснабжения (электроснабжение, освещение, заземление, кабельные и воздушные сети) ПК-1.3 У-1: Применять программные средства для оформления рабочей документации систем электроснабжения (электроснабжение, освещение, заземление, кабельные и воздушные сети) (документов в текстовой форме, рабочих чертежей, спецификации оборудования и изделий) ПК-1.4 У-1: Читать эскизные и рабочие

1	Основные понятия дисциплины. Обзор глав стандарта МЭК 61850. Обзор рынка высокоавтоматизированных подстанций (ВАПС). Связь стандарта с цифровыми энергообъектами	2	2			17	ПК-1.	Тест; Опрос.
2	Решения для ВАПС. Концепция архитектуры ВАПС. Тенденции развития рынка ВАПС	2	2			17	ПК-1.	Тест; Опрос.
3	Элементы коммуникационной сети и адресация. Топологии построения коммуникационной сети. Технологии оптимизации трафика в сети	2	2			20	ПК-1.	Тест; Опрос.
4	Типы сообщений для передачи данных. Состав прикладного кадра Ethernet	2	2			17	ПК-1.	Тест; Опрос.
5	Отличия в проектировании цифровых и традиционных подстанций. Объектная модель стандарта МЭК 61850	2	2			17	ПК-1.	Тест; Опрос.
Итого 7 семестр.		10	10			88	—	—
8 семестр								
6	Протокол Sampled Values	2				21	ПК-1.	Тест; Опрос; Кейс-задача.
7	Протокол GOOSE	2				21	ПК-1.	Тест; Опрос; Кейс-задача.
8	Протокол MMS для обмена информацией с системами верхнего уровня	2				22	ПК-1.	Тест; Опрос; Кейс-задача.
9	Проблемы синхронизации устройств.	2	4			22	ПК-1.	Тест; Опрос; Кейс-задача.

	Классификация методов синхронизации. Способы обеспечения синхронизации							
10	Создание конфигураций подстанций и связанные с этим проблемы. Компоновка логических устройств	2	4			22	ПК-1.	Тест; Опрос; Кейс-задача.
Итого 8 семестр.		10	8			108	–	–
Итого		20	18			196	–	

5 Образовательные технологии, используемые при различных видах учебной работы

№ темы	Образовательная технология
1-10	Дистанционные технологии
1-10	Технология традиционного обучения

6 Методические материалы по освоению дисциплины

Электронная информационно - образовательная среда представлена личным кабинетом, расположенным по ссылке <https://itport.ugrasu.ru>, электронной библиотечной системой <https://lib.ugrasu.ru>, электронным каталогом Научной библиотеки ЮГУ <https://irbis.ugrasu.ru> и системой дистанционного обучения.

Методические материалы для обучающихся представлены в электронном виде в системе Moodle по ссылке <http://eluniver.ugrasu.ru>.

Методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

6.1 Методические указания к занятиям лекционного типа

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать его научно-педагогическому работнику на консультации, на практическом занятии.

6.2 Методические указания к практическим занятиям

Целью практических занятий является закрепление теоретических знаний и приобретение практических умений и навыков. Методические рекомендации по каждой практической работе имеют теоретическую часть, подготовленную отдельно, или указание на источник, необходимый для подготовки к соответствующему практическому занятию, с необходимыми для выполнения работы формулами, пояснениями, таблицами и графиками; алгоритм выполнения заданий. Практические задания сочетаются с теоретическими знаниями. Проведению практического занятия как правило предшествует самостоятельная работа обучающегося.

6.3 Методические указания к самостоятельной работе

В рамках самостоятельной работы обучающийся знакомится с рабочей программой, особое внимание должно уделяться целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Анализируется конспект лекций, ведется подготовка ответов к контрольным вопросам, просматривается рекомендуемая литература, используются аудио-видеозаписи по заданной теме, решаются расчетно-графические задания, задачи по алгоритму и др.

7 Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплин (модулей). Для осуществления процедуры текущего контроля успеваемости обучающихся НПП создаются оценочные материалы (фонды оценочных средств), позволяющие оценить достижение запланированных результатов обучения и уровень сформированности компетенций.

Промежуточная аттестация обучающихся производится в дискретные временные интервалы НПП, обеспечивающими реализацию дисциплины в форме: зачёты, экзамены.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся предполагает предоставление студентам методических рекомендаций по изучению дисциплины, учитывающих особенности ее построения, освоения, преподавания и представлено как электронный учебно-методический комплект документов по дисциплине, размещено в системе управления обучением «Moodle» (сайт Университета по ссылке <http://eluniver.ugrasu.ru>) и/или в других системах управления обучением электронной информационно-образовательной среды Университета.

Обучение и контроль обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

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

7.1 Технологическая карта дисциплины 7-й семестр

№ п/п	Название темы	Максимальное количество баллов
Обязательный уровень (текущая аттестация)		
1	Основные понятия дисциплины. Обзор глав стандарта МЭК 61850. Обзор рынка высокоавтоматизированных подстанций (ВАПС). Связь стандарта с цифровыми энергообъектами	14
2	Решения для ВАПС. Концепция архитектуры ВАПС. Тенденции развития рынка ВАПС	14
3	Элементы коммуникационной сети и адресация. Топологии построения коммуникационной сети. Технологии оптимизации трафика в сети	14
4	Типы сообщений для передачи данных. Состав прикладного кадра Ethernet	14
5	Отличия в проектировании цифровых и традиционных	14

	подстанций. Объектная модель стандарта МЭК 61850	
		70
Обязательный уровень (промежуточная аттестация)		
6	Зачёты	30
		30
	Итого	100
Дополнительный уровень		
7	Независимое тестирование по дисциплине	15
		15

Шкала оценивания результатов по балльной системе (зачёты):

Зачтено с 50 по 100 баллов;

Не зачтено с 0 по 49 баллов.

7.2 Технологическая карта дисциплины 8-й семестр

№ п/п	Название темы	Максимальное количество баллов
Обязательный уровень (текущая аттестация)		
1	Протокол Sampled Values	10
2	Протокол GOOSE	15
3	Протокол MMS для обмена информацией с системами верхнего уровня	15
4	Проблемы синхронизации устройств. Классификация методов синхронизации. Способы обеспечения синхронизации	15
5	Создание конфигураций подстанций и связанные с этим проблемы. Компоновка логических устройств	15
		70
Обязательный уровень (промежуточная аттестация)		
6	Экзамены	30
		30
	Итого	100
Дополнительный уровень		
7	Контрольная работа	15
		15

Шкала оценивания результатов по балльной системе (экзамены):

Критерии выставления оценки при промежуточной аттестации:

Отлично с 83 по 100 баллов;

Хорошо с 68 по 82 балла;

Удовлетворительно с 50 по 67 баллов;

Неудовлетворительно с 0 по 49 баллов.

7.3 Примерные тестовые задания

Примерные тестовые задания

1. Укажите на каком уровне сетевой модели стека сетевых протоколов OSI осуществляется

адресация и маршрутизация:	
1	физический уровень
2	транспортный уровень
3	канальный уровень
4	сетевой уровень
2. Какое количество уровней содержит полная модель стека сетевых протоколов OSI?	
1	5
2	7
	3
4	4
3. Предварительная установка соединения между интеллектуальными устройствами осуществляется через протокол:	
1	GSSE
2	Sampled Values
3	GOOSE
4	MMS
4. Предельная точность синхронизации по протоколу PTP составляет:	
1	10 мс
2	1 мкс
3	10 мкс
4	1 мс
5. Для защит и устройств, работающих в пределах одного энергообъекта применяется:	
1	глобальная синхронизация
2	локальная синхронизация
3	конвергентная синхронизация
4	гибридная синхронизация

7.4 Примерные вопросы для самоконтроля

Примерные темы индивидуальных заданий (реферат по одной из тем)

1. Цифровая трансформация в энергетике.
2. Создание конфигураций цифровой подстанций.
3. Основные разделы МЭК 61850.
4. Проблемы кибербезопасности в интеллектуальных электрических сетях.

5. Переход к цифровой энергетике: перспективы или реальность.
6. Цифровые трансформаторы тока.
7. Оптические трансформаторы тока.
8. Цифровые трансформаторы напряжения.
9. Оптические трансформаторы напряжения.
10. Уровни цифровой подстанции.
11. Методы расчета потерь электроэнергии в цифровой электрической сети.
12. Безопасность обслуживающего персонала в цифровой подстанции.

7.5 Примерные задания для кейс-задач

1. Выполнить подключение к устройствам ПАС, ПДС и ИЭУ производства НПП «ЭКРА»;
2. Настроить терминал серии БЭ2704 на выдачу исходящего GOOSE-сообщения;
3. Проанализировать сетевой трафик при помощи программ «Wireshark» и «Сетевой анализатор»;
4. Настроить исходящий SV-поток в терминале БЭ2704 V750 (ПАС);
5. Настроить в ИЭУ типа БЭ2704 входящее GOOSE-сообщение;
6. Настроить исходящее GOOSE-сообщение и исходящий SV-поток в программно аппаратном комплексе РЕТОМ61850;
7. Проверка защит в терминалах РЗА 6-35 кВ с помощью испытательной установки РЕТОМ-61850;
8. Комплексная проверка защит в терминалах РЗА с помощью испытательной установки РЕТОМ-71
9. Конфигурирование VLAN в коммутаторах

7.6 Примерный список вопросов, задаваемых на зачете

Контрольные вопросы по дисциплине

1. Обзор глав стандарта МЭК 61850. Обзор рынка цифровых подстанций. Связь стандарта с цифровыми энергообъектами.
2. Тенденции развития рынка цифровых подстанций
3. Решения для цифровых подстанций. Концепция архитектуры цифровой подстанции
4. Элементы коммуникационной сети и адресация
5. Топологии построения коммуникационной сети. Технологии оптимизации трафика в сети
6. Типы сообщений для передачи данных
7. Протокол Sampled Values и его сравнение с IEC 61869-9. Состав прикладного кадра Ethernet
8. Протокол GOOSE для передачи сигналов
9. Протокол MMS для обмена информацией с системами верхнего уровня
10. Оценка загрузки коммуникационной сети
11. Проблемы синхронизации устройств. Классификация методов синхронизации. Способы обеспечения синхронизации
12. Протоколы NTP, SNTP. Протокол PTP
13. Отличия в проектировании цифровых и традиционных подстанций. Объектная модель стандарта IEC 61850
14. Этапы конфигурирования цифровых подстанций
15. Создание конфигураций подстанций и связанные с этим проблемы. Компоновка логических устройств
16. Язык описания конфигурации цифровых подстанций SCL

17. Проблемы кибербезопасности. Статистика уязвимостей. Способы защиты от киберугроз
18. Тестирование компонентов цифровых подстанций по кибербезопасности
19. Протокол Sampled Values для передачи мгновенных значений измерений
20. Протокол GOOSE для передачи команд и состояний
21. Протокол MMS для осуществления коммуникационного обмена с системами верхнего уровня
22. Настройка защиты и управления присоединением на основе стандарта IEC 61850

7.7 Примерный список вопросов, включенных в экзаменационные билеты

Контрольные вопросы по дисциплине

1. Что такое стандарт **МЭК 61850** и какова его роль в Smart Grid?
2. Назовите основные части стандарта **МЭК 61850** и их назначение.
3. Какие преимущества дает использование **МЭК 61850** по сравнению с традиционными протоколами (например, МЭК 60870-5)?
4. Опишите **логическую архитектуру** МЭК 61850 (уровни, компоненты).
5. Что такое **логические узлы (LN)** в МЭК 61850? Приведите примеры.
6. Как организована **информационная модель** в стандарте (LD, LN, DOI, DA)?
7. Какие **коммуникационные профили** используются в МЭК 61850 (MMS, GOOSE, SV)?
8. Как работает **GOOSE** (Generic Object Oriented Substation Event) и где применяется?
9. В чем отличие **SV (Sampled Values)** от GOOSE? Где используется передача SV?
10. Что такое **SCL-файл** и зачем он нужен?
11. Какие типы SCL-файлов существуют (**ICD, SCD, CID, IID**)?
12. Как происходит конфигурирование подстанции с использованием **SCL**?
13. Как обеспечивается **взаимодействие IED** (Intelligent Electronic Devices) в МЭК 61850?
14. Что такое **логические связи (Logical Connections)** в МЭК 61850?
15. Как реализуется **синхронизация времени** (PTP, SNTP) в МЭК 61850?
16. Какие **механизмы кибербезопасности** предусмотрены в МЭК 61850?
17. Как обеспечивается **надежность передачи GOOSE-сообщений**?
18. Какие **методы резервирования** поддерживаются в МЭК 61850?
19. Как **МЭК 61850** используется в микросетях (Microgrid)?
20. Какие **преимущества** дает МЭК 61850 для управления распределенной генерацией?
21. Как стандарт поддерживает **интеграцию ВИЭ** (возобновляемых источников энергии)?
22. Какие **методы тестирования** устройств на соответствие МЭК 61850 существуют?
23. Как проводится **верификация конфигурации** подстанции?
24. Какие организации занимаются **сертификацией** устройств МЭК 61850?
25. Что добавляет **МЭК 61850-7-420** (для распределенной энергетики)?
26. Как **МЭК 61850-90-5** используется для взаимодействия с энергосистемой?
27. Какие новые направления развития **МЭК 61850** вы знаете?
28. Приведите примеры **реализованных проектов** на основе МЭК 61850.
29. Какие **проблемы** могут возникнуть при внедрении МЭК 61850?
30. Как **МЭК 61850** интегрируется с другими стандартами Smart Grid (например, CIM, DNP3)?

8 Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1 Перечень учебной литературы

Наименование печатных и (или) электронных учебных изданий, методические издания, периодические издания по всем входящим в реализуемую образовательную программу учебным предметам, курсам, дисциплинам (модулям) в соответствии с рабочими программами дисциплин, модулей, практик		Количество экземпляров	Обеспеченность студентов учебной литературой (экземпляров на одного студента)
Электронные учебные издания, имеющиеся в электронном каталоге электронно-библиотечной системы	Иванов, Владимир Михайлович. Интеллектуальные системы : учебное пособие для вузов / В. М. Иванов, А. Н. Сесекин. - Москва : Юрайт, 2025. - 88 с.	1	1
	Горбаченко, Владимир Иванович. Интеллектуальные системы: нечеткие системы и сети : учебник для вузов / В. И. Горбаченко, Б. С. Ахметов, О. Ю. Кузнецова. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2026. - 105 с.	1	1
	Кудрявцев, Валерий Борисович. Интеллектуальные системы : учебник и практикум для вузов / В. Б. Кудрявцев, Э. Э. Гасанов, А. С. Подколзин. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2026. - 165 с.	1	1
	Латышенко, Константин Павлович. Автоматизация измерений, контроля и испытаний. Практический курс : учебное пособие для вузов / К. П. Латышенко, В. В. Головин. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2026. - 142 с.	1	1

8.2 Современные профессиональные базы данных, информационные справочные и электронно-библиотечные системы

№	Ссылка на информационный ресурс	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность
Электронно-библиотечные системы			
1	https://urait.ru	Образовательная платформа Юрайт	Авторизованный доступ
2	http://www.iprbookshop.ru	ЭБС IPR SMART	Авторизованный доступ
3	http://znanium.com	ЭБС «Znaniy»	Авторизованный доступ
4	https://e.lanbook.com	ЭБС «Лань»	Авторизованный доступ
Информационные справочные системы			
5	http://garant.ugrasu.ru/	СПС Гарант	Авторизованный доступ
6	http://www.consultant.ru/	СПС КонсультантПлюс	Авторизованный доступ
Профессиональные базы данных			
	http://elibrary.ru	Научная электронная	Авторизованный доступ

7		библиотека eLIBRARY.RU	
---	--	---------------------------	--

8.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, в том числе отечественного производства

Система ГАРАНТ;

8.4 Материально-техническое обеспечение дисциплины

8.4.1 Учебная аудитория лекционного типа

компьютер/ноутбук, проектор, экран, учебная мебель, учебная доска

8.4.2 Учебная аудитория для проведения практических занятий

учебная мебель, учебная доска

8.4.3 Учебная аудитория для самостоятельной работы

учебная мебель, компьютеры с выходом в интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде

8.4.4 Компьютерный класс

учебная мебель, учебная доска, компьютеры с доступом в Интернет

