

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГАОУ ВО «СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

и.о. ректора

М.В. Румянцев

« 07 » 08 2025 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ

«Цифровые технологии в электроэнергетике»

Красноярск 2025

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

I.1. Нормативная правовая основа Программы

Дополнительная профессиональная программа (программа профессиональной переподготовки) ИТ-профиля «Цифровые технологии в электроэнергетике» (далее — Программа) разработана в соответствии с нормами Федерального закона РФ от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»; постановлением Правительства РФ от 11 октября 2023 г. № 1678 «Об утверждении Правил применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»; приказом Минобрнауки России от 19 октября 2020 г. № 1316 «Об утверждении порядка разработки дополнительных профессиональных программ, содержащих сведения, составляющие государственную тайну, и дополнительных профессиональных программ в области информационной безопасности» (далее – приказ Минобрнауки России № 1316); методические рекомендации по разработке основных профессиональных образовательных программ и дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов (утв. Минобрнауки России 22 января 2015 г. № ДЛ-1/05вн); с учетом требований приказа Минобрнауки России от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам», с изменениями, внесенными приказом Минобрнауки России от 15 ноября 2013 г. № 1244 «О внесении изменений в Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 июля 2013 г. № 499»; приказа Министерства образования и науки РФ от 23 августа 2017 г. № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»; паспорта федерального проекта «Развитие кадрового потенциала ИТ-отрасли» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»; постановления Правительства Российской Федерации от 13 мая 2021 г. № 729 «О мерах по реализации программы стратегического лидерства «Приоритет-2030» (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 14 марта 2022 г. № 357 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 13 мая 2021 г. № 729»); приказа Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 28 февраля 2022 г. № 143 «Об утверждении методик расчета показателей федеральных проектов национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» и признании утратившими силу некоторых приказов Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций

Российской Федерации об утверждении методик расчета показателей федеральных проектов национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»; федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Минобрнауки России от 19 сентября 2017 г. № 926, (далее — ФГОС ВО), а также профессионального стандарта 06.001 «Программист», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 20.07.2022 № 424н.

Профессиональная переподготовка заинтересованных лиц (далее — Слушатели), осуществляемая в соответствии с Программой, имеющей отраслевую направленность «Обрабатывающая промышленность (металлургия)», проводится в ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» (далее — Университет) в соответствии с учебным планом в очно-заочной форме обучения.

Разделы, включенные в учебный план Программы, используются для последующей разработки календарного учебного графика, учебно-тематического плана, рабочих программ модулей (дисциплин), оценочных и методических материалов. Перечисленные документы разрабатываются Университетом самостоятельно, с учетом актуальных положений законодательства об образовании, законодательства в области информационных технологий и смежных областей знаний ФГОС ВО и профессионального стандарта 20.005 «Работник по проектированию интеллектуальных систем управления в электроэнергетике».

1.2. Цель программы

Целью ДПП ПП является формирование у слушателей, обучающихся по ОП ВО – программам бакалавриата и программам специалитета (начиная со 2 курса), программам магистратуры (начиная с 1 курса) по специальностям и направлениям подготовки, относящимся к топливно-энергетическому комплексу, цифровых компетенций в области доработки конфигураций и модулей ИС (информационные системы) предприятий, применения специализированных систем управления инфраструктурой и процессами предприятия, эксплуатации автоматизированного оборудования, установленного на технологических объектах, а также приобретение по итогам прохождения ДПП ПП новой квалификации «Специалист по интеллектуальным системам управления производством в электроэнергетике».

1.3 Требования к поступающим

К обучению по Программе допускаются обучающиеся по ОП ВО – программам бакалавриата и программам специалитета (начиная со 2 курса), программам магистратуры (начиная с 1 курса) по специальностям и

направлениям подготовки, относящимся к топливно-энергетическому комплексу.

1.4. Характеристика новой квалификации и связанных с ней видов профессиональной деятельности, трудовых функций и(или) уровней квалификации

1.4.1. Область профессиональной деятельности слушателя, прошедшего обучение по программе профессиональной переподготовки, в которой может осуществлять профессиональную деятельность: проектирование интеллектуальных систем управления в электроэнергетике.

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность в других областях и(или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

1.4.2. Объекты профессиональной деятельности: интеллектуальные системы управления (ИСУ) в электроэнергетике.

Виды профессиональной деятельности: исследование, моделирование и проектирование ИСУ электрических сетей, объектов генерации и потребителей электрической энергии.

1.4.3. Уровень квалификации. В соответствии с приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 20 июля 2022 г. № 424н «Об утверждении Профессионального стандарта «Работник по проектированию интеллектуальных систем управления в электроэнергетике», дополнительная профессиональная программа профессиональной переподготовки «Цифровые технологии в электроэнергетике» обеспечивает достижение шестого уровня квалификации.

1.4.4. Компетенции (трудовые функции) в соответствии с профессиональным стандартом (формирование новых или совершенствование имеющихся)

Программа разработана в соответствии с актуальными квалификационными требованиями, профессиональными стандартами специалистов. Виды профессиональной деятельности, трудовые функции, указанные в профессиональном стандарте 20.005 «Работник по проектированию интеллектуальных систем управления в электроэнергетике», представлены в таблицах 1–2.

Таблица 1

Характеристика новой квалификации, связанной с видом профессиональной деятельности и трудовыми функциями в соответствии с профессиональным стандартом 20.005 «Работник по проектированию интеллектуальных систем управления в электроэнергетике»

Трудовые действия	Трудовая функция	Обобщенная трудовая функция	Вид профессиональной деятельности
Сбор, обработка и анализ исходных данных, включая сбор сведений о зарубежных и отечественных аналогах	А/01.6 Анализ исходных данных для проектирования ИСУ объектами электроэнергетики	А Разработка проекта ИСУ в электроэнергетике	Исследование, моделирование и проектирование ИСУ электрических сетей, объектов генерации и потребителей электрической энергии
Создание графических документов, текстовых документов, включая необходимые расчеты, на основании исходных данных, проектной документации в соответствии с требованиями к ее структуре и содержанию, в том числе с использованием информационной модели	А/03.6 Разработка электронной, текстовой и графической частей эскизного и технического проектов ИСУ объектами электроэнергетики		
Разработка виртуальной копии объекта проектирования, поддерживаемой и используемой на всех этапах жизненного цикла объекта			
Оценка исходных данных на полноту представленной информации	В/01.6 Анализ исходных данных для разработки рабочей документации ИСУ объектами электроэнергетики	В Разработка электронной, текстовой и графической частей эскизного и технического проектов ИСУ объектами электроэнергетики	
Оформление замечаний по предоставленным исходным данным в соответствии с отраслевыми стандартами			

Таблица 2

Характеристика новой и развиваемой цифровой компетенции в ИТ-сфере, связанной с уровнем формирования и развития в результате освоения программы «Цифровые технологии в электроэнергетике»

Наименование сферы	Тип компетенции	Наименование компетенции	Номер компетенции (ID)	БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ
Прикладные программные комплексы и системы	Компетенция применима в различных отраслях экономики	Дорабатывает конфигурации и модули ИС (информационные системы) предприятий	21	Участствует в проектах доработки ИС предприятий в составе проектной команды под контролем
Прикладные программные комплексы и системы	Компетенция применима в различных отраслях экономики	Применяет специализированные системы управления инфраструктурой и процессами предприятия	17	Под контролем в составе команды применяет базовый функционал специализированных систем в задачах управления инфраструктурой и процессами предприятия
Интернет вещей и умное производство Автоматизация систем управления технологическими процессами (АСУ ТП)	Компетенция применима в различных отраслях экономики	Эксплуатирует автоматизированное оборудование, установленное на технологических объектах	383	Осведомлен о принципах работы и назначении оборудования АСУ ТП, его взаимосвязи с другими процессами в обществе

Структура образовательных результатов

ID и формулировка целевого уровня формирования компетенций	Промежуточные образовательные результаты		
	Опыт практической деятельности (ОПД)	Умения (У)	Знания (З)
21. Дорабатывает конфигурации и модули ИС (информационные системы) предприятий	Специализированным ПО для программирования промышленных контроллеров и визуализации данных Методологиями внедрения промышленных информационных систем Навыками технического документирования конфигураций и изменений в АСУ ТП	Адаптировать и настраивать модули учета электроэнергии для интеграции с корпоративными системами Разрабатывать программные решения для мониторинга и управления оборудованием цифровых подстанций Реализовывать меры защиты информации в промышленных системах управления	Международных и российских отраслевых стандартов (МЭК 61850, CIM, OPC UA, ФЗ №35, требования ФСТЭК) Архитектуры и принципов работы SCADA-систем и систем коммерческого учета электроэнергии Протоколов промышленной связи и основ кибербезопасности в АСУ ТП
17. Применяет специализированные системы управления инфраструктурой и процессами предприятия	Современными инструментами программирования промышленного оборудования Методиками внедрения и сопровождения АСУ ТП Практическими навыками анализа и диагностики промышленных данных	Настройки и адаптации систем управления технологическими процессами Разработки программных решений для цифровых подстанций Обеспечения информационной безопасности промышленных систем	Нормативной базы и стандартов электроэнергетики (МЭК 61850, ФСТЭК) Принципов построения SCADA-систем и АСУ ТП Технологий промышленной связи и интеграции (OPC UA, DNP3)
383. Эксплуатирует автоматизированное оборудование, установленное на	Навыками работы с базовыми функциями интерфейсов оператора (WinCC, Сириус) Методами визуального контроля состояния цифровых устройств (индикация, логи)	Осуществлять пуск, наладку и остановку оборудования Контролировать параметры работы и выполнять оперативные переключения	Принципы работы и технические характеристики автоматизированного оборудования

технологических объектах	Правилами ведения электронных журналов событий и аварий	Выявлять и устранять типовые неисправности в работе систем	Правила технической эксплуатации и требования безопасности Основы диагностики неисправностей и методы их устранения
-----------------------------	--	---	--

I

1.5. Требования к материально-техническому обеспечению, необходимому для реализации дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки (требования к аудитории, компьютерному классу, программному обеспечению)

Обучение производится на платформе электронного обучения СФУ «е-Курсы» (<https://e.sfu-kras.ru/>). Используются сервисы вебинаров и видеоконференций.

При проведении лекций, практических занятий, самостоятельной работы слушателей и практики используется следующее оборудование: компьютер с наушниками или аудиокolonками, микрофоном и веб-камерой, высокоскоростное подключение к Интернет (не менее 5 Мбит/с).

Программное обеспечение (обновленное до последней версии): браузер Google Chrome, MS Office, SimInTech, electronic workbench, текстовый редактор.

1.6. Особенности (принципы) построения дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки

Особенности построения программы переподготовки «Python в производстве: автоматизация и аналитика»:

- в основу проектирования программы положен компетентностный подход;
- выполнение учебных заданий, требующих практического применения знаний и умений, полученных в ходе изучения логически связанных дисциплин;
- выполнение итоговых аттестационных работ по реальному заданию;
- использование информационных и коммуникационных технологий, в том числе современных систем технологической поддержки процесса обучения, обеспечивающих комфортные условия для обучающихся, преподавателей;
- применение электронных образовательных ресурсов (дистанционное, электронное, комбинированное обучение и пр.).

В поддержку дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки разработан электронный курс на платформе <http://e.sfu-kras.ru>.

1.7. Особенности организации практики

Практика слушателей дополнительной профессиональной программы переподготовки «Цифровые технологии в электроэнергетике» представляет собой вид учебной деятельности, непосредственно ориентированный на профессионально-практическую подготовку слушателей. Практика осуществляется в целях формирования и закрепления профессиональных умений и навыков, полученных в результате теоретической подготовки.

Сроки проведения практики устанавливаются графиком учебного процесса в объеме 16 часов в конце процесса обучения в соответствии с утвержденным в установленном порядке учебно-тематическим планом.

В рамках очно-заочной формы обучения на основе дистанционных технологий практика осуществляется в форме online практики.

1.8. Документ об образовании: диплом о переподготовке установленного образца.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН
дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки
«Цифровые технологии в электроэнергетике»

Форма обучения – очно-заочная.

Срок обучения – 256 часов.

№ п/п	Наименование дисциплин	Общая трудоем- кость, ч	Всего контактн., ч	Контактные часы			СРС, ч	Формы контроля
				Лекции	Лабора- торные работы	Практические и семинарские занятия		
1.	Автоматизированные системы управления в цифровой электроэнергетике	54	27	7		20	27	Зачет
2.	Интеллектуальный учет и измерения в электроэнергетике	54	27	7		20	27	Зачет
3.	Цифровые подстанции	54	27	7		20	27	Зачет
4	Интеллектуальные системы в электроэнергетике: концептуальные основы	54	27	7		20	27	Зачет
5.	Практика	16	12	–		12	4	Зачет
6.	Итоговая аттестация	24	8	–		8	16	Защита итоговой аттестационной работы (проекта)
	Итого	256	128	28		100	128	

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН
дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки
«Цифровые технологии в электроэнергетике»

Категория слушателей: лица, имеющие или получающие высшее образование.

Срок обучения: 256 часов.

Форма обучения: очно-заочная.

Режим занятий: 6 часов в неделю.

№ п/п	Наименование дисциплин	Общая трудоём- кость, ч	Всего контактн., ч	Контактные часы			СРС, ч	Результаты обучения
				Лекции	Лабора- торные работы	Практ. и семинарские занятия		
1	Автоматизированные системы управления в цифровой электроэнергетике	54	27	7		20	27	PO1–PO3, PO6
1.1	Принципы построения автоматизированных систем управления	26	13	3		10	13	PO1–PO3, PO6
2.2	Автоматизированные системы управления в электроэнергетике	28	14	4		10	14	PO1–PO3, PO6
2	Интеллектуальный учет и измерения в электроэнергетике	54	27	7		20	27	PO1–PO4
2.1	Интеллектуальные системы учета электроэнергии и онлайн мониторинга состояния энергообъектов	17	8	2		6	9	PO1–PO4
2.2	Коммуникация работы с клиентами в рамках внедрения интеллектуальных систем учета электроэнергии	17	8	2		6	9	PO1–PO4
2.3	Функционирование интеллектуальной системы учета электроэнергии	20	11	3		8	9	PO1–PO4
3	Цифровые подстанции	54	27	7		20	27	PO1-PO5
3.1	Основные направления цифровизации в электроэнергетике	14	7	2		5	7	PO1–PO5
3.2	Принципы построения цифровой подстанции	40	20	5		15	20	PO1–PO5

№ п/п	Наименование дисциплин	Общая трудоем- кость, ч	Всего контактн., ч	Контактные часы			СРС, ч	Результаты обучения
				Лекции	Лабора- торные работы	Практ. и семинарские занятия		
4	Интеллектуальные системы в электроэнергетике: концептуальные основы	54	27	11		16	27	PO3
4.1	Понятие об интеллектуальной системе. Модели представления знаний	12	6	2		4	6	PO3
4.2	Методы ИИ. Экспертные системы. Нейронные сети	12	6	2		4	6	PO3
4.3	Введение в объектно-ориентированный подход на основе JavaScript	14	8	3		4	11	PO3
4.4	Введение в UML. Описание энергосистем с помощью UML. Использование XML в МЭК 61970-301. Smart Grid	16	7	4		4	4	PO3
5	Практика	16	12	-		12	4	PO1–PO6
	Итоговая аттестация	24	8	-		8	16	PO1–PO6
	Всего	256	128	32		96	128	

Календарный учебный график
дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки
«Цифровые технологии в электроэнергетике»

Наименование модулей (курсов) Объем учебной нагрузки, ч.																																															
	сентябрь					октябрь					ноябрь				декабрь				январь				февраль				март				апрель				май					июнь							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44				
Автоматизированные системы управления в цифровой электроэнергетике																		К	К																												
Интеллектуальный учет и измерения в электроэнергетике																																															
Цифровые подстанции																																															
Интеллектуальные системы в электроэнергетике: концептуальные основы																																															
Практика																																															
Итоговая аттестация																																															

II. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Обучение по программе профессиональной переподготовки «Цифровые технологии в электроэнергетике» реализовано в формате смешанного обучения, с применением активных технологий совместного обучения в электронной среде (синхронные и асинхронные занятия). Лекционный материал представляется в виде комплекса мини-видеолекций, записей занятий, текстовых материалов, презентаций, размещаемых в системе электронного обучения СФУ «е-Курсы» (<https://e.sfu-kras.ru>). Данные материалы сопровождаются заданиями и дискуссиями в чате программы. Изучение теоретического материала (СРС) предполагается до и после синхронной части работы.

Материально-технические условия реализации дисциплины

Синхронные занятия реализуются на базе инструментов видеоконференцсвязи и включают в себя практические занятия, сочетающие в себе ответы на вопросы, связанные с материалом лекции, в формате дискуссий, а также групповую и индивидуальную работу. Для проведения синхронных занятий (вебинаров со спикерами) применяется программа видеоконференцсвязи SaluteJazz.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Программа может быть реализована как очно, так и заочно, в том числе с применением дистанционных образовательных технологий. Она включает занятия лекционного типа, семинарские, активные и ситуативные методы обучения.

По программе разработан электронный учебно-методический комплекс (УМК) — электронный курс в системе электронного обучения СФУ «е-Курсы». Обучающиеся могут дополнить представленные материалы, подключая к учебной работе иные источники информации, освещающие обсуждаемые проблемы.

Содержание комплекта учебно-методических материалов

Учебно-методический комплекс содержит: систему навигации по программе (учебно-тематический план, интерактивный график работы по программе, сведения о результатах обучения, о преподавателе дисциплины, чат для объявлений и вопросов преподавателю), набор презентации к лекциям, набор ссылок на внешние образовательные ресурсы и инструменты, систему заданий с подробными инструкциями, списки основной и дополнительной литературы. В электронном курсе реализована система обратной связи, а также онлайн-площадки для взаимного обучения.

Виды и содержание самостоятельной работы

Выполнение самостоятельной работы слушателями предполагается в дистанционном режиме в рамках электронного курса, размещенного в системе электронного обучения СФУ. Самостоятельно слушателями изучаются представленные кейсы с лучшими практиками, дополнительные ссылки и материалы по темам курса, а также краткие резюмирующие материалы,

дополнительные инструкции в различных форматах (видео, скринкасты, подкасты, интерактивные справочники, текстовые пояснения).

Также слушатели самостоятельно проводят анализ и систематизацию материала в рамках выполнения практических заданий и решения ситуаций. Для оценки уровня усвоения изученного учебного материала, слушатели проходят контрольные тесты.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

4.1. Учебно-методическое обеспечение, в т.ч. электронные ресурсы сети Интернет

Модуль 1. Автоматизированные системы управления в цифровой электроэнергетике

1. Автоматизация диспетчерского управления в электроэнергетике / Под общей ред. Ю.Н. Руденко и В.А. Семенова. – М.: Издательство МЭИ, 2000. – 648 с.

2. Автоматизированные системы управления технологическими процессами на ТЭС: учебник / В.С. Андык; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политех. ун-та, 2016. – 408 с.

3. Научная библиотека Сибирского федерального университета. – URL: <https://bik.sfu-kras.ru/library>.

4. ЭБС «Лань». – URL: <https://e.lanbook.com/>.

5. ЭБС «Университетская библиотека online». – URL: <https://biblioclub.ru>.

6. ЭБС Znanium.com. – URL: <https://znanium.ru/>.

7. Научная электронная библиотека ELIBRARY. – URL: <https://www.elibrary.ru/>.

Модуль 2. Интеллектуальный учет и измерения в электроэнергетике

1. Берлин А.Н. Основные протоколы интернет: учебное пособие: учеб. пособие для вузов. – М., Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай ПиАр Медиа, 2020 (ЭБС «Лань»).

2. Приемышев А.В., Крутов В.Н., Треяль, В.А., Коршакова О.А. Технологии создания интеллектуальных устройств, подключенных к интернет: учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2022 (ЭБС «Лань»).

3. Система «ЭКОТЕК». – URL: <http://www.telemetry.spb.ru/>.

4. Портал Системного оператора Единой энергосистемы России. – URL: <http://so-ups.ru>.

5. Блог со статьями про подключение оборудование, кейсы использования системы, возможности системы: – URL: <https://yaenergetik.ru/blog/>.

6. Современные IoT решения для различных сфер бизнеса. – URL: <https://nehta.tech/>.

7. «МИРТЕК» — российский производитель умных счётчиков и программного обеспечения. – URL: <https://mirtekgroup.com/>

Модуль 3. Цифровые подстанции

1. Савина Н.В. Инновационное развитие электроэнергетики на основе технологий Smart Grid: учеб. пособие. – Благовещенск: Амурский госуд. ун-т, 2014. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/103865.html>.
2. ГОСТ Р 59279-2020 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Электрические сети. Схемы принципиальные электрические распределительных устройств от 35 до 750 кВ подстанций. Типовые решения. Рекомендации по применению. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200177281>.
3. ГОСТ Р 54835-2011 61850-1:2003 Сети и системы связи на подстанциях. Часть 1. Введение и обзор.
4. ГОСТ Р 54325-2011 (IEC/TS 61850-2:2003) Сети и системы связи на подстанциях. Часть 2. Термины и определения.
5. ГОСТ Р МЭК 61850-3-2005 Сети и системы связи на подстанциях. Часть 3. Основные требования.
6. ГОСТ Р МЭК 61850-5-2011 Сети и системы связи на подстанциях. Часть 5. Требования к связи для функций и моделей устройств.
7. ГОСТ Р МЭК 61850-6-2009 Сети и системы связи на подстанциях. Часть 6. Язык описания конфигурации для связи между интеллектуальными электронными устройствами на электрических подстанциях.
8. ГОСТ Р МЭК 61850-7-1-2009 Сети и системы связи на подстанциях.
9. IEC 61850 Tissue Database «Add new LNs SVTR SCTR» (сайт). – URL: <https://iec61850.tissue-db.com/tissue/1371/>.
10. Сайт цифровой библиотеки IEEE (по доступу). – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>.
11. Отчеты лаборатории кибербезопасности компании «Ростелеком-Солар» (сайт). – URL: <https://rt-solar.ru/analytics/reports/>.
12. Материалы специализированного портала Цифровая подстанция (сайт). – URL: <http://digitalsubstation.com/>.
13. Архив журнала «Релейная защита и автоматизация» (сайт). – URL: <http://www.srzau-ric.ru/izdatelskaia-deiatelnost/zhurnal/arhiv/>.
14. Портал журнала «Автоматизация в промышленности» (сайт). – URL: <https://avtprom.ru/tsifrovaya-podstantsiya>.

Модуль 4. Интеллектуальные системы в электроэнергетике: концептуальные основы

1. Бессмертный И.А. Интеллектуальные системы: учебник и практикум для вузов / И.А. Бессмертный, А.Б. Нугуманова, А.В. Платонов. – М.: Издательство Юрайт, 2023.
2. Кудрявцев В.Б. Интеллектуальные системы: учебник и практикум для вузов / В.Б. Кудрявцев, Э.Э. Гасанов, А.С. Подколзин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2023.
3. Вьюгин В.В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования / В.В. Вьюгин. – М.: МЦНМО, 2013.
4. Сакулин С.А. Основы интернет-технологий: HTML, CSS, JavaScript, XML: учеб. пособие / С.А. Сакулин. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017.

5. Андрейчиков А.В. Интеллектуальные информационные системы и методы искусственного интеллекта: учебник / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М.: ИНФРА-М, 2023.

6. Пател, Анкур. Прикладное машинное обучение без учителя с использованием Python: Пер. с англ. – СПб.: ООО «Диалектика», 2020.

7. Всё про UML [Электронный ресурс]. – URL: <https://coderlessons.com/?s=UML>.

8. Учебник по XML [Электронный ресурс]. – URL: <https://coderlessons.com/?s=xml>.

Machine Learning in MATLAB [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.mathworks.com/help/stats/machine-learning-in-matlab.html>.

IV. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

2.1. Формы аттестации, оценочные материалы, методические материалы

Программа предусматривает проведение текущей и итоговой аттестации. Текущая аттестация слушателей проводится по дисциплинам на основе выполнения заданий в электронном обучающем курсе, а также с учетом результатов промежуточного ассесмента.

Методические материалы, необходимые для выполнения текущих заданий, представлены в соответствующих элементах электронного обучающего курса и включают описание задания, методические рекомендации по его выполнению, критерии оценивания.

2.2. Требования и содержание итоговой аттестации

После завершения обучения по Программе обучающиеся допускаются к итоговой аттестации. Аттестация проводится с участием представителей профильных индустриальных партнеров. Итоговая аттестация по программе включает выполнение итоговой аттестационной работы (ИАР) в форме проекта. Основная цель итоговой аттестационной работы — выполнить работу, демонстрирующую уровень подготовленности к самостоятельной профессиональной деятельности.

ИАР выполняется индивидуально или в группах по 2-4 человека. Слушатель предоставляет результат выполненной работы в формате PDF, оформленной и отвечающей требованиям к содержанию итоговой аттестационной работы. Список использованных источников литературы приводится в конце ИАР. Документ прикрепляется в организационный электронный курс программы профессиональной переподготовки. В итоговой аттестационной работе должны быть четко обозначены область и актуальность работы, постановка задачи, приведены результаты, полученные слушателем. Требования и содержание итоговой аттестации изложены в методических

указания к выполнению ИАР и размещаются на платформе электронных курсов СФУ.

Выполнение итоговой аттестационной работы является обязательным.

По результатам выполнения ИАР аттестационная комиссия принимает решение о предоставлении слушателям по результатам освоения дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки права заниматься профессиональной деятельностью в сфере разработки программного обеспечения и выдаче диплома о профессиональной переподготовке.

Примерные задания на выполнение ИАР.

В качестве объекта для итоговых работ могут выступать как действующие электроустановки так и разработанные слушателем на практике в процессе обучения.

Задание на Итоговую работу:

На основе структурной схемы подстанции полученной на практике.

Вариант 1. Разработка структурной схемы АСУ ТП подстанции и выбор оборудования цифровизации

Необходимо нарисовать структурную схему автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) подстанции, включая уровни сбора данных, управления и связи. Подобрать современное цифровое оборудование (интеллектуальные электронные устройства, микропроцессорные защиты, PLC-контроллеры, коммуникационные шлюзы).

Компетенция 1. Дорабатывает конфигурации и модули ИС	
Показатели оценки	Оценка/норма
Корректная интеграция модулей	Оценка: Проверка схемы на соответствие стандартам (МЭК 61850), наличие пояснительной записки. Норма: Схема включает уровни: полевой (IED, датчики), управляющий (PLC), диспетчерский (SCADA). Все компоненты подписаны.
Обоснование выбора оборудования	Оценка: Анализ ТЗ: соответствие параметров оборудования. Норма: В спецификации указаны: микропроцессорные защиты SEL-487E, коммутаторы Cisco IE-2000 для GOOSE.

2. Применяет системы управления инфраструктурой	
Показатели оценки	Оценка/норма
Соответствие стандартам	Оценка: Экспертиза схемы: корректность использования GOOSE-сообщений. Норма: Схема использует МЭК 61850 (GOOSE для защит, SV для измерений).
Автоматизация диагностики	Оценка: Проверка наличия модулей для автоматического формирования отчётов. Норма: Есть модуль генерации отчётов в SCADA (на базе SQL-запросов).
3. Эксплуатирует автоматизированное оборудование	
Показатели оценки	Оценка/норма
Подбор оборудования	Оценка: Оценка спецификации: температурный диапазон, степень защиты. Норма: Датчики температуры: диапазон - 40...+80°C, IP67.

Вариант 2. Анализ преимуществ цифровых подстанций (МЭК 61850) перед традиционными

Провести сравнительный анализ цифровых подстанций, работающих по стандарту МЭК 61850, и классических подстанций с аналоговыми системами защиты и управления. Рассмотреть аспекты надежности, скорости передачи данных, диагностики и стоимости эксплуатации.

1. Дорабатывает конфигурации и модули ИС	
Показатели оценки	Оценка/норма
Сравнение SCADA-систем	Оценка: Анализ таблицы с параметрами. Норма: Цифровые подстанции: поддержка Sampled Values, аналоговые - только Modbus RTU.
2. Применяет системы управления инфраструктурой	

Показатели оценки	Оценка/норма
Масштабируемость	Оценка: Пример: возможность добавления новых IED. Норма: Добавление IED без изменения архитектуры (через SCL-конфигуратор).

Вариант 3. Моделирование системы мониторинга состояния электрооборудования (СМСЭ) с использованием IoT

Разработать концепцию системы мониторинга состояния трансформаторов, выключателей и ЛЭП с применением IoT-датчиков (температура, вибрация, частичные разряды). Предложить методы передачи данных и платформу для анализа (SCADA, облачные сервисы).

1. Дорабатывает конфигурации и модули ИС	
Адаптивность	Оценка: Проверка конфигурационных файлов. Норма: Конфиг-файлы поддерживают трансформаторы (температура, газ) и выключатели (вибрация).
2. Применяет системы управления инфраструктурой	
Выбор протокола	Оценка: Обоснование выбора (дальность связи, энергопотребление). Норма: LoRaWAN для ЛЭП (дальность 10 км), NB-IoT для подстанций.

Вариант 4. Проектирование системы автоматического восстановления сети на основе цифровых технологий

Создать алгоритм автоматического поиска и локализации повреждений в распределительной сети с использованием реклоузеров, умных счетчиков и PMU (фазовых измерительных блоков). Оценить время восстановления питания и снижение потерь.

2. Применяет системы управления инфраструктурой	
Алгоритмы локализации КЗ	Оценка: Тестирование в RSCAD: время срабатывания.

	Норма: Реклоузеры срабатывают за 80 мс (тест в RSCAD).
3. Эксплуатирует автоматизированное оборудование	
Использование РМУ	Оценка: Проверка синхронизации по IEEE C37.118. Норма: Синхронизация с точностью < 1 мкс.

Вариант 5. Исследование применения блокчейна в энергетике (P2P-торговля энергией, трекинг ВИЭ)

Изучить возможности блокчейн-технологий для децентрализованной торговли электроэнергией между потребителями (microgrid) и учета "зеленой" энергии. Разработать схему смарт-контрактов для автоматизации расчетов.

1. Дорабатывает конфигурации и модули ИС	
Смарт-контракты	Оценка: Проверка кода (Solidity). Норма: Код на Solidity: автоматический платёж при генерации 1 кВт·ч.
2. Применяет системы управления инфраструктурой	
Безопасность	Оценка: Пентест: устойчивость к атакам. Норма: Устойчивость к атаке 51% (механизмы защиты описаны).

Эти темы могут быть адаптированы в зависимости от интересов студентов и специфики их обучения. Обучающиеся предоставляется право самостоятельно определить тему ИАР. Приветствуется выбор темы итогового проекта, связанный с профессиональной деятельностью студента по основному направлению подготовки или специальности.

Структура и содержание итоговой аттестационной работы

Задачи итоговой аттестационной работы должны иметь практическое значение. Во введении ИАР должна быть обоснована актуальность работы и сущность исследуемой проблемы, раскрыты цель, задачи, объект и предмет проектирования (разработки), методы выполнения проектирования (разработки). Как правило, ИАР состоит из 3 разделов (глав).

Глава 1 содержит обзор литературы по теме работы, в котором должны быть освещены различные точки зрения по затронутым в работе вопросам и обязательно сформулировано авторское отношение к ним, характеристика объекта и предмета разработки.

Глава 2 содержит характеристику методов выполнения работы, а также техническое задание на разработку, включая перечень функций и возможностей.

Глава 3 содержит характеристику результатов выполнения работы и их интерпретацию. В третьей главе студенту необходимо привести значимые участки программного кода, а также продемонстрировать визуально сценарии работы пользователя с программным продуктом.

В заключении формулируются конкретные выводы по работе и предложения по их реализации.

Этапы выполнения ИАР задаются графиком выполнения и контролируются руководителем. Примерный список основных этапов выполнения проекта представлен ниже:

1. Выбор темы ИАР. В начале обучения за студентом закрепляется руководитель итоговой работы, который прорабатывает тему. При выборе темы итогового проекта берется во внимание вопросы, связанные с профессиональной деятельностью студента по основному направлению подготовки или специальности.
2. Формулировка цели и задач ИАР работы. Обоснование актуальности выбранного направления работы.
3. Поиск аналогичных решений, формирование концепции предлагаемых подходов, методов.
4. Выбор и/или проектирование программного, технического и иных видов обеспечений для достижения цели и решения задач ИАР.
5. Разработка программной реализации проекта, проведение практических испытаний и анализ результатов.
6. Формирование итоговой аттестационной работы.
7. Представление ИАР аттестационной комиссии.

Критерии оценивания итоговой аттестационной работы

Оценка «отлично» ставится, если слушатель показал полное освоение планируемых результатов (знаний, умений, компетенций), всестороннее и глубокое изучение литературы, публикаций; умение выполнять задания с привнесением собственного видения проблемы, собственного варианта решения практической задачи, проявивший творческие способности в понимании и применении на практике содержания обучения, успешно справился с ИАР и на высоком уровне разработал проект интеллектуальной или цифровой системы в сфере электроэнергетики, проконтролировал все этапы его создания.

Оценка «хорошо» ставится, если слушатель показавший освоение планируемых результатов (знаний, умений, компетенций), предусмотренных программой, изучивших литературу, рекомендованную программой, способный

к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшего обучения и профессиональной деятельности. Выполнил ИАР на уровне, превышающем базовые требования к разработке проекта и/или его части в электроэнергетике.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если слушатель показавший частичное освоение планируемых результатов (знаний, умений, компетенций), предусмотренных программой, сформированность не в полной мере новых компетенций и профессиональных умений для осуществления профессиональной деятельности, знакомый с литературой, публикациями по программе. Как правило, отметка «удовлетворительно» выставляется слушателям, допустившим погрешности в итоговой квалификационной работе. А также в целом выполнил ИАР, но допустил ошибки в разработке проекта и/или его части. Нуждался в контроле со стороны руководителя проекта.

V. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

«Автоматизированные системы управления в цифровой электроэнергетике»

1. Аннотация

В рамках дисциплины «Автоматизированные системы управления в цифровой электроэнергетике» слушатели освоят принципы организации автоматизированных систем управления электротехническим оборудованием электростанций, получают знания и умения, позволяющие применять специализированные системы автоматического управления реальными технологическими процессами в электроэнергетике.

Цель дисциплины (результаты обучения)

По окончании обучения на данной дисциплине слушатели будут способны:

ID и формулировка целевого уровня формирования компетенций	Промежуточные образовательные результаты		
	Опыт практической деятельности (ОПД)	Умения (У)	Знания (З)
17. Применяет специализированные системы управления инфраструктурой и процессами предприятия	Современными инструментами программирования промышленного оборудования Методиками внедрения и сопровождения АСУ ТП Практическими навыками анализа и диагностики промышленных данных	Настройки и адаптации систем управления технологическими процессами Разработки программных решений для цифровых подстанций Обеспечения информационной безопасности промышленных систем	Нормативной базы и стандартов электроэнергетики (МЭК 61850, ФСТЭК) Принципов построения SCADA-систем и АСУ ТП Технологий промышленной связи и интеграции (OPC UA, DNP3)
383. Эксплуатирует автоматизированное оборудование, установленное на технологических объектах	Навыками работы с базовыми функциями интерфейсов оператора Методами визуального контроля состояния цифровых устройств (индикация, логи) Правилами ведения электронных журналов событий и аварий	Осуществлять пуск, наладку и остановку оборудования Контролировать параметры работы и выполнять оперативные переключения Выявлять и устранять типовые	Принципы работы и технические характеристики автоматизированного оборудования Правила технической эксплуатации и требования безопасности

		неисправности в работе систем	Основы диагностики неисправностей и методы их устранения
--	--	-------------------------------	--

2. Содержание

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
Модуль 1. Автоматизированные системы управления в цифровой электроэнергетике (54 часа)			
1.1. Принципы построения автоматизированных систем управления (26 ч.)	1. Назначение и состав систем контроля и управления электрооборудованием электроустановок. 2. Структура автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП). 3. Структура АСУ ТП подстанций (3 ч.)	Структурная схема АСУ (3 ч.). <i>Задание 1.</i> Разработка структурной схемы АСУ объекта энергетической инфраструктуры (7 ч.)	Изучение структуры объекта управления (13 ч.)
1.2. Автоматизированные системы управления в электроэнергетике (28 ч.)	1. Правила построения схем управления. 2. Схемы управления объектами энергетической инфраструктуры (4 ч.)	Средства управления объектами (10 ч.). <i>Задание 2.</i> Разработка средств управления объектами энергетической инфраструктуры	Изучение средств АСУ (14 ч.)

3. Условия реализации программы дисциплины

Организационно-педагогические условия реализации программы

Обучение по программе реализовано в формате смешанного обучения, с применением активных технологий совместного обучения в электронной среде (синхронные и асинхронные занятия). Лекционный материал представляется в виде синхронных лекций, записей занятий, текстовых материалов, презентаций, размещаемых в электронном курсе. Данные материалы сопровождаются заданиями и дискуссиями в чатах дисциплин. Изучение теоретического материала (СРС) предполагается до и после синхронной части работы.

Материально-технические условия реализации программы

Синхронные занятия реализуются на базе инструментов видеоконференцсвязи и включают в себя лекционные и практические занятия. Для проведения синхронных занятий (вебинаров со спикерами) применяется программа видеоконференцсвязи. При проведении лекций, практических занятий, самостоятельной работы слушателей используется следующее оборудование: компьютер с наушниками или аудиоколонками, микрофоном и веб-камерой. Программное обеспечение (обновленное до последней версии): браузер Google Chrome, MS Office, SimInTech, electronic workbench, текстовый редактор.

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

Дисциплина может быть реализована как очно, так и заочно, в том числе, с применением дистанционных образовательных технологий. Она включает занятия лекционного типа, интерактивные формы обучения, практические занятия.

Содержание комплекта учебно-методических материалов

По данной дисциплине имеется электронный учебно-методический комплекс (УМК) в системе электронного обучения СФУ «е-Курсы» (<https://e.sfu-kras.ru/>). УМК содержит: систему навигации по дисциплине (учебно-тематический план, интерактивный график работы по дисциплине, сведения о результатах обучения, чат для объявлений и вопросов преподавателю), текстовые материалы к лекциям, практические и тестовые задания, списки основной и дополнительной литературы. В электронном курсе реализована система обратной связи.

Литература

Основная литература

8. Автоматизация диспетчерского управления в электроэнергетике / Под общей ред. Ю.Н. Руденко и В.А. Семенова. – М.: Издательство МЭИ, 2000. – 648 с.

9. Автоматизированные системы управления технологическими процессами на ТЭС: учебник / В.С. Андык; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политех. ун-та, 2016. – 408 с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. Научная библиотека Сибирского федерального университета. – URL: <https://bik.sfu-kras.ru/library>.

2. ЭБС «Лань». – URL: <https://e.lanbook.com/>.

3. ЭБС «Университетская библиотека online». – URL: <https://biblioclub.ru>.

4. ЭБС Znanium.com. – URL: <https://znanium.ru/>.

5. Научная электронная библиотека ELIBRARY. – URL: <https://www.elibrary.ru/>.

4. Оценка качества освоения программы дисциплины (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

Форма аттестации по дисциплине — зачет.

Оценка результатов обучения осуществляется следующим образом. Максимально за курс можно набрать 100 %, из них практические задания составляют 100 %.

Зачет получают слушатели, набравшие не менее 50 % из 100 от общего прогресса по курсу.

Примеры заданий для контроля знаний

Лабораторная работа №1

Информационная модель базы данных АСУ ТП эс и п/ст

Описание предметной области.

Предполагается, что разрабатывается информационно-поисковая система по электротехническому оборудованию электростанции, в которой должна храниться следующая информация:

- диспетчерское наименование оборудования;
- вид оборудования (генератор, трансформатор, двигатель и др.);
- тип оборудования;
- назначение оборудования;
- место подключения (распределительное устройство (РУ), номер ячейки);
- график ремонтов;
- наличие и местонахождение резерва.

Система должна позволять оперативно получать информацию о подключении оборудования (что подключено к конкретному РУ или к конкретной ячейке; куда подключено конкретное оборудование), о планах и возможностях проведения ремонтов (ремонт какого оборудования запланирован на ближайший месяц, квартал, год; имеется ли резерв на указанный тип оборудования).

На рисунке приведен фрагмент структурной схемы электростанции. Описание установленного оборудования приведено в таблице 1; данные о резерве — в таблице 2. Варианты заданий по бригадам приведены в таблице 3.

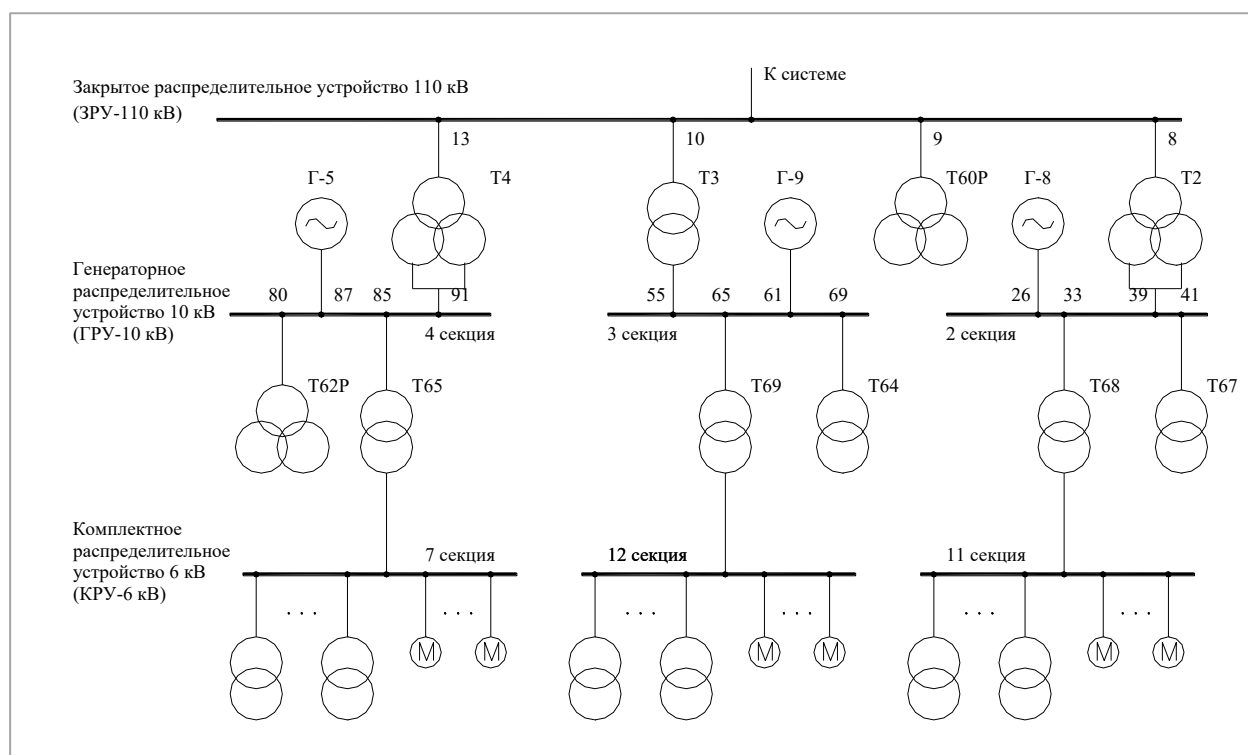


Таблица 1 – Описание оборудования

Диспетчерское наименование	Тип	Вид	Назначение	№ ячейки РУ
Г-5	ТВФ-63-2ЕУ3	Генератор	Генератор	
Г-6	ТВФ-120-2ЕУ3	Генератор	Генератор	
Г-9	ТВФ-110-2ЕУ3	Генератор	Генератор	
Т-2	ТРЦН-63000/110	Трансформатор	Трансформатор связи	
Т-3	ТЦНГУ-63000/110	Трансформатор	Трансформатор связи	
Т-4	ТРДН-63000/110-80У1	Трансформатор	Трансформатор связи	
Т60Р	ТРДН-25000/110	Трансформатор	Резервный трансформатор	
Т62Р	ТРДНС-25000/10	Трансформатор	Резервный трансформатор	
Т64	ТМ-6300/10	Трансформатор	Трансформатор СН	
Т65	ТДНС-16000/20У1	Трансформатор	Трансформатор СН	
Т68	ТДНС-16000/20У1	Трансформатор	Трансформатор СН	
Т69	ТДНС-16000/20У1	Трансформатор	Трансформатор СН	
КРУ 6 кВ 7 секция				
Д-7А I ск	ДАЗО-1810-10/12	Электродвигатель	Дымосос	158
Д-7А II ск	ДАЗО-1810-10/12	Электродвигатель	Дымосос	160
Д-7Б I ск	ДАЗО-1810-10/12	Электродвигатель	Дымосос	157
Д-7Б II ск	ДАЗО-1810-10/12	Электродвигатель	Дымосос	159
ДВ-7А I ск	ДАЗО-1708-8/10	Электродвигатель	Дутьевой вентилятор	164
ДВ-7А II ск	ДАЗО-1708-8/10	Электродвигатель	Дутьевой вентилятор	166
НСВ-4	А-114-4М	Электродвигатель	Насос сырой воды	189
НПТ-5	А-355Л-4	Электродвигатель	Пожарно-технический насос	178
НПТС-5	А-114-6М	Электродвигатель	Насос подпитки теплосети	174
СН-6А	А4-400У-4У3	Электродвигатель	Сетевой насос 1 ступени	170
СН-6Б	А4-400У-4У3	Электродвигатель	Сетевой насос 1 ступени	171
ПЭНМ-6	А-114-6М	Электродвигатель	Пусковой маслонасос	173
ПЭН-8	4АЗМ-4000/6000	Электродвигатель	Питательный насос	179
Т45А	ТМС-1000/10	Трансформатор	Трансформатор 6/0,4 кВ	154

Диспет- черское наименование	Тип	Вид	Назначение	№ ячейки РУ
T45Б	TMC-1000/10	Трансформатор	Трансформатор 6/0,4 кВ	153
T53А	TMC-1000/10	Трансформатор	Трансформатор 6/0,4 кВ	156
T53Б	TMC-1000/10	Трансформатор	Трансформатор 6/0,4 кВ	155
КРУ 6 кВ 11 секция				
Д-11А I ск	ДА3О2-17-69-8/10	Электродвигатель	Дымосос	86
Д-11А II ск	ДА3О2-17-69-8/10	Электродвигатель	Дымосос	88
Д-11Б I ск	ДА3О2-17-69-8/10	Электродвигатель	Дымосос	81
Д-11Б II ск	ДА3О2-17-69-8/10	Электродвигатель	Дымосос	83
ДВ-7А I ск	ДА3О2-18-59-6/8	Электродвигатель	Дутьевой вентилятор	125
ДВ-7А II ск	ДА3О2-18-59-6/8	Электродвигатель	Дутьевой вентилятор	127
НСВ-7	A-355Л-4	Электродвигатель	Насос сырой воды	115
НПТ-5	A-355Л-4	Электродвигатель	Пожарно-технический насос	105
НПТС-5	A4-355Х-4У3	Электродвигатель	Насос подпитки теплосети	119
СН-8А I ст	A4-400У-4У3	Электродвигатель	Сетевой насос 1 ступени	106
СН-8Б I ст	A4-400У-4У3	Электродвигатель	Сетевой насос 1 ступени	107
ЦН-1	A4-450УХ-8У3	Электродвигатель	Циркуляционный насос	108
ПЭН-12	4А3М-4000/6000	Электродвигатель	Питательный насос	103
T42А	TMC-1000/10	Трансформатор	Трансформатор 6/0,4 кВ	92
T42Б	TMC-1000/10	Трансформатор	Трансформатор 6/0,4 кВ	93
T48А	TMC-1000/10	Трансформатор	Трансформатор 6/0,4 кВ	96
T49Б	TMC-1000/10	Трансформатор	Трансформатор 6/0,4 кВ	91
КРУ 6 кВ 12 секция				
НСВ-8	A-114-6М	Электродвигатель	Насос сырой воды	44
ПЭНМ тг 9	A-114-6М	Электродвигатель	Пусковой маслосос	58
ПЭН-14	4А3М-4000/6000	Электродвигатель	Питательный насос	59
ЦН-5	A4-450УХ-8У3	Электродвигатель	Циркуляционный насос	42
СН-9А	A4-400У-4У3	Электродвигатель	Сетевой насос 1 ступени	48
СН-9Б	A4-400У-4У3	Электродвигатель	Сетевой насос 1 ступени	49
СН-9В	A4-400У-4У3	Электродвигатель	Сетевой насос 1 ступени	62
НПТС-2	A-114-4М	Электродвигатель	Насос подпитки теплосети	64
НХОВ-2	A-112-4	Электродвигатель	Насос хим. обессоленной воды	38
НХОВ-2	A-112-4	Электродвигатель	Насос хим. обессоленной воды	63
T49А	TMC-1000/10	Трансформатор	Трансформатор 6/0,4 кВ	35
T49Б	TMC-1000/10	Трансформатор	Трансформатор 6/0,4 кВ	36
T43А	TMC-1000/10	Трансформатор	Трансформатор 6/0,4 кВ	60
T43Б	TMC-1000/10	Трансформатор	Трансформатор 6/0,4 кВ	61

Таблица 2 – Описание резерва

Тип	Место хранения
TMC-1000/10	Станция
ТРЦН-63000/110	Склад энергосистемы
A4-400У-4У3	Станция
A-114-6М	Станция

Таблица 3 – Варианты исходных данных

№ бригады	Оборудование, подключенное к РУ
1	ЗРУ -110 кВ, ГРУ - 10кВ 2 секция, КРУ - 6кВ 7 секция

2	ЗРУ -110 кВ, ГРУ - 10кВ 2 секция, КРУ - 6кВ 12 секция
3	ЗРУ -110 кВ, ГРУ - 10кВ 3 секция, КРУ - 6кВ 7 секция
4	ЗРУ -110 кВ, ГРУ - 10кВ 4 секция, КРУ - 6кВ 12 секция
5	ЗРУ -110 кВ, ГРУ - 10кВ 2 секция, КРУ - 6кВ 11 секция
6	ЗРУ -110 кВ, ГРУ - 10кВ 3 секция, КРУ - 6кВ 11 секция
7	ЗРУ -110 кВ, ГРУ - 10кВ 3 секция, КРУ - 6кВ 12 секция
8	ЗРУ -110 кВ, ГРУ - 10кВ 4 секция, КРУ - 6кВ 7 секция
9	ЗРУ -110 кВ, ГРУ - 10кВ 4 секция, КРУ - 6кВ 11 секция

Для хранения информации могут быть предложены следующие отношения.

ОБОРУДОВАНИЕ (Диспетчерское наименование, Вид оборудования, Тип оборудования, Назначение оборудования, Дата очередного ремонта).

ПОДКЛЮЧЕНИЕ (Диспетчерское наименование, Код РУ, Номер ячейки).

РЕЗЕРВ (Тип оборудования, Местонахождение резерва, Количество).

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА (Код РУ, Название РУ).

Отношение **ОБОРУДОВАНИЕ** содержит атрибуты, относящиеся конкретно к каждой единице оборудования. Так как некоторые виды оборудования, в частности трансформаторы, могут быть подключены одновременно к различным РУ, отдельно выделено отношение **ПОДКЛЮЧЕНИЕ**, которое описывает структуру распределительных устройств электростанции и связано с **ОБОРУДОВАНИЕМ** по диспетчерскому наименованию зависимостью «один ко многим».

Отношение **РЕЗЕРВ** связано с **ОБОРУДОВАНИЕМ** по типу оборудования зависимостью «многие ко многим», так как в различных местах может использоваться оборудование одного типа, например, электродвигатели. В этом случае один резервный двигатель может быть использован для замены оборудования с разными диспетчерскими наименованиями. С другой стороны, резервное оборудование различного типа может находиться в различных местах хранения.

Отношение **РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА** носит вспомогательный характер. В отношении **ПОДКЛЮЧЕНИЕ** вместо атрибута Код РУ можно было бы непосредственно использовать Название РУ, но названия распределительных устройств представляют собой строки значительной длины. Использование их в большом количестве кортежей отношения ведет к увеличению объема базы данных и замедлению темпов ее обработки. Использование вместо длинной строки короткого кода и небольшого дополнительного отношения может помочь решить эти проблемы.

1. Методические указания

Для хранения отношений в СУБД ACCESS используется понятие ТАБЛИЦА. Для описания каждого атрибута (поля таблицы) нужно задать:

– имя (желательно задавать осмысленные имена, отражающие назначение атрибутов. СУБД ACCESS допускает использование длинных имен с кириллицей);

– тип данных;

– описание (заполняется по желанию).

СУБД ACCESS поддерживает следующие типы данных:

– текстовые – для хранения строк длиной от 1 до 255 символов;
– MEMO – поля для хранения больших текстовых данных (могут использоваться только для хранения информации без возможности поиска и упорядочивания по ней данных);

– числовые (одинарные – 4 байта, двойные – 8 байт);

– дата/время;

– денежный;

– счетчик;

– логический;

– OLE (для внедрения объектов из других программ WINDOWS).

Кроме размеров полей для хранения данных для них может быть задана различная информация, обеспечивающая наглядность подготовки и контроль целостности. Например, для тестовых полей можно задать формат поля для вывода, маску ввода, подпись поля, значение по умолчанию, условие на значения, сообщение об ошибке, обязательность ввода, возможность ввода пустых строк, индексирование.

Если между отношениями присутствует связь по атрибутам (возникает при нормализации отношений), СУБД позволяет задать схему данных, что в дальнейшем облегчает выполнение операций над отношениями (соединение, проекция, выбор). По команде (кнопке) СХЕМА ДАННЫХ на экран выдаются схемы отношений (названия и имена полей таблиц). Для установления связей нужно «зацепить мышью» атрибут одного отношения и «отнести и опустить» его на соответствующий атрибут другого отношения. При этом между связанными атрибутами будет нарисована линия. В результате образуется наглядный рисунок схемы данных.

2. Задание к работе

3.1. Домашняя подготовка

1. Изучить основные принципы организации реляционных баз данных.
2. На основе анализа варианта исходных данных подготовить описание таблиц базы данных (типы и размеры полей) и схемы данных.

3.2. Работа в дисплейном классе

1. Войти в СУБД ACCESS.
2. Создать новую базу данных.
3. Создать таблицы **ОБОРУДОВАНИЕ**, **ПОДКЛЮЧЕНИЕ**, **РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА**, **РЕЗЕРВ**.
4. Сформировать схему данных.
5. Занести в таблицы информацию в соответствии с вариантом задания.

Замечание. Во избежание ошибок целесообразно одинаковые значения атрибутов не набирать многократно с клавиатуры, а переносить с помощью операции WINDOWS «Копировать – Вставить» (например, лишний пробел

в значении атрибута, незаметный на глаз, приведет к нарушению ссылочной целостности данных). Кроме того, копирование существенно увеличит скорость ввода данных.

6. Распечатать полученные таблицы.

3. Требования к отчету

Отчет должен содержать описание таблиц с обоснованием выбора типов и размеров полей, обоснование схемы данных, распечатки таблиц.

4. Контрольные вопросы

1. Что лежит в основе реляционной модели данных?
2. Что такое схема отношения, атрибут, кортеж?
3. Какие типы данных поддерживает СУБД ACCESS, каково их назначение, форматы хранения?
4. Что такое ключ отношения?
5. Что отражает схема данных?

Критерии оценивания заданий

Баллы	1 балл	2 балла	3 балла
Критерий	Задание выполнено частично, требует серьезной доработки	Задание выполнено, но требует некоторой доработки	Задание выполнено полностью, не требует доработки

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

«Интеллектуальный учет и измерения в электроэнергетике»

1. Аннотация

В рамках дисциплины «Интеллектуальный учет и измерения в электроэнергетике» слушатели познакомятся с основными положениями 522-ФЗ в части интеллектуальных систем учета электрической энергии (мощности), узнают перечень функций интеллектуальной системы учета электрической энергии (мощности), архитектурой построения и передачи данных интеллектуальных систем учета. В рамках дисциплины «Интеллектуальный учет и измерения в электроэнергетике» студенты изучают следующие темы: интеллектуальные системы учета электроэнергии, коммуникация работы с клиентами в рамках внедрения интеллектуальных систем учета электроэнергии, Функционирование интеллектуальной системы учета электроэнергии.

Цель дисциплины (результаты обучения)

По окончании обучения на данной дисциплине слушатели будут способны:

ID и формулировка целевого уровня формирования компетенций	Промежуточные образовательные результаты		
	Опыт практической деятельности (ОПД)	Умения (У)	Знания (З)
21. Дорабатывает конфигурации и модули ИС (информационные системы) предприятий	Специализированным ПО для программирования промышленных контроллеров и визуализации данных Методологиями внедрения промышленных информационных систем Навыками технического документирования конфигураций и изменений в АСУ ТП	Адаптировать и настраивать модули учета электроэнергии для интеграции с корпоративными системами Разрабатывать программные решения для мониторинга и управления оборудованием цифровых подстанций Реализовывать меры защиты информации в промышленных системах управления	Международных и российских отраслевых стандартов (МЭК 61850, CIM, OPC UA, ФЗ №35, требования ФСТЭК) Архитектуры и принципов работы SCADA-систем и систем коммерческого учета электроэнергии Протоколов промышленной связи и основ кибербезопасности в АСУ ТП
383. Эксплуатирует автоматизированное оборудование, установленное на технологических объектах	Навыками работы с базовыми функциями интерфейсов оператора Методами визуального контроля состояния цифровых устройств (индикация, логи)	Осуществлять пуск, наладку и остановку оборудования Контролировать параметры работы и выполнять	Принципы работы и технические характеристики автоматизированного оборудования Правила технической эксплуатации и

	Правилами ведения электронных журналов событий и аварий	оперативные переключения Выявлять и устранять типовые неисправности в работе систем	требования безопасности Основы диагностики неисправностей и методы их устранения
--	---	--	---

2. Содержание

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
Модуль 2. Интеллектуальный учет и измерения в электроэнергетике (54 часа)			
Тема 2.1. Интеллектуальные системы учета электроэнергии и онлайн мониторинга состояния энергообъектов (17 ч.)	Основные положения 522-ФЗ в части интеллектуальных систем учета электрической энергии (мощности). Состав и структура интеллектуальной системы учета электроэнергии. Минимальный набор требований к интеллектуальным системам учета электроэнергии и приборам учета подлежащим включению в такие системы (2 ч.)	ИСУ гарантирующих поставщиков (6 ч.). <i>Задание 1.</i> Определить положительные аспекты внедрения ИСУ для гарантирующий поставщиков (6 ч.)	Изучение двухуровневой архитектуры АИИС КУЭ (9 ч.)
Тема 2.2. Коммуникация работы с клиентами в рамках внедрения интеллектуальных систем учета электроэнергии (17 ч.)	Основные документы, регламентирующие коммуникацию с людьми в рамках внедрения 522-ФЗ (522-ФЗ, ПП РФ № 442, ПП РФ № 890, Основные положения функционирования розничных рынков электрической энергии) (2 ч.)	Новые подходы при создании интеллектуальных систем учета электрической энергии (АИИС КУЭ) (6 ч.). <i>Задание 2.</i> Реализация верхнего уровня интеллектуальных систем учета электрической энергии (мощности) в облаке	Создание структурной схемы организации учета электроэнергии с удаленным сбором данных на ПК (9ч.)

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
Тема 2.3. Функционирование интеллектуальной системы учета электроэнергии (20 ч.)	Особенности функционирования интеллектуальных систем учета электроэнергии. Программное обеспечение интеллектуальных систем учета электроэнергии (счетчики и УСПД). Программирование элементов интеллектуальных систем учета электроэнергии. Особенности использования интеллектуальной системы учета электроэнергии для оценки состояния электрической сети (3 ч.)	Интеграция приборов учета потребителей в интеллектуальную систему учета (8 ч.). <i>Задание 3.</i> Удаленный сбор данных с приборов коммерческого учета, установленных у потребителей	Определение показателей надежности и качества электроснабжения с помощью интеллектуальной системы учета, установленной у потребителей, и программного комплекса системы учета (9 ч.)

3. Условия реализации программы дисциплины

Организационно-педагогические условия реализации программы

Обучение по программе реализовано в формате смешанного обучения, с применением активных технологий совместного обучения в электронной среде (синхронные и асинхронные занятия). Лекционный материал представляется в виде синхронных лекций, записей занятий, текстовых материалов, презентаций, размещаемых в электронном курсе. Данные материалы сопровождаются заданиями и дискуссиями в чатах дисциплин. Изучение теоретического материала (СРС) предполагается до и после синхронной части работы.

Материально-технические условия реализации программы

Занятия реализуются на базе инструментов видеоконференцсвязи и включают в себя лекционные и практические занятия. Для проведения вебинаров применяется программа видеоконференцсвязи. При проведении лекций, практических занятий, самостоятельной работы слушателей используется следующее оборудование: компьютер с наушниками или аудиоколонками, микрофоном и веб-камерой. Программное обеспечение (обновленное до последней версии): браузер Google Chrome, Java, текстовый редактор.

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

Дисциплина может быть реализована как очно, так и заочно, в том числе, с применением дистанционных образовательных технологий. Она включает занятия лекционного типа, интерактивные формы обучения, практические занятия.

Содержание комплекта учебно-методических материалов

По данной дисциплине программы имеется электронный учебно-методический комплекс в системе электронного обучения СФУ «е-Курсы» (<https://e.sfu-kras.ru/>). УМК содержит: систему навигации по программе (учебно-тематический план, график работы по программе, сведения о результатах обучения, о преподавателях программы, форумы для объявлений и вопросов преподавателям), набор презентаций к лекциям, набор ссылок на внешние образовательные ресурсы и инструменты, систему заданий с подробными инструкциями, списки основной и дополнительной литературы. В электронном курсе реализована система обратной связи.

Литература

Основная литература

1. Берлин А.Н. Основные протоколы интернет: учебное пособие: учеб. пособие для вузов. – М., Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай ПиАр Медиа, 2020 (ЭБС «Лань»).
2. Приемышев А.В., Крутов В.Н., Треяль, В.А., Коршакова О.А. Технологии создания интеллектуальных устройств, подключенных к интернет: учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2022 (ЭБС «Лань»).

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Система «ЭКОТЕК». – URL: <http://www.telemetry.spb.ru/>.
2. Портал Системного оператора Единой энергосистемы России. – URL: <http://so-ups.ru>.
3. Блог со статьями про подключение оборудования, кейсы использования системы, возможности системы: – URL: <https://yaenergetik.ru/blog/>.
4. Современные IoT решения для различных сфер бизнеса. – URL: <https://nehta.tech/>.
5. «МИРТЕК» — российский производитель умных счётчиков и программного обеспечения. – URL: <https://mirtekgroup.com/>

4. Оценка качества освоения программы дисциплины (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

Форма аттестации по дисциплине — зачет.

Оценка результатов обучения осуществляется следующим образом. Максимально за курс можно набрать 100 %, из них:

- тесты самоконтроля к лекциям — 40 %;
- практические задания составляют 60 %.

Зачет получают слушатели, набравшие не менее 50 % из 100 от общего прогресса по курсу.

Перечень заданий и/или контрольных вопросов

Пример тестового задания по типу «Множественный выбор»

1. Выберите существующие технологии передачи данных ИСУ:
 - а) GPRS.
 - б) PLC.
 - в) NB-IoT.
 - г) NB-Fi.
 - д) CerBer.
 - е) LoRaWAN.
2. Какие требования к ИСУ устанавливает ПП РФ 890?
 - а) Удаленное отключение/ограничение потребителей.
 - б) Контроль качества поставляемой электроэнергии.
 - в) Ведение справочной информации по точкам учета.
 - г) Хранение данных не менее 3 лет.
 - д) Хранение данных не менее 7 лет.

Пример тестового задания по типу «Верно/Неверно»

PLC технология передачи данных ИСУ основана на использовании в качестве проводника сигнала обычную электрическую проводку.

- а) Верно.
- б) Не верно.

Пример тестового задания по типу «Вставьте пропущенные слова»

Интеллектуальная система учета электрической энергии (мощности) — совокупность функционально объединенных компонентов и устройств, предназначенная для удаленного сбора, обработки, передачи показаний приборов учета электрической энергии, обеспечивающая информационный _____ показаний приборов учета электрической энергии, удаленное управление ее компонентами, устройствами и приборами учета электрической энергии, не влияющее на результаты измерений, выполняемых приборами учета электрической энергии, а также предоставление информации о результатах измерений, данных о количестве и иных параметрах электрической энергии в соответствии с правилами предоставления доступа к минимальному набору функций интеллектуальных систем учета электрической энергии (мощности), утвержденными Правительством Российской Федерации.

Задания для самостоятельной работы

В самостоятельные работы входит изучение материала курса и закрепление заданий с практических уроков.

Критерии оценивания заданий и/или контрольных вопросов

Баллы	1 балл	2 балла	3 балла
Критерий	Задание выполнено частично, требует серьезной доработки	Задание выполнено, но требует некоторой доработки	Задание выполнено полностью, не требует доработки

Примеры практических заданий

Типовое практическое задание

Тема: «Составление рабочей документации для системы учета электроэнергии с удаленным сбором данных»

Цель задания: Необходимо сформировать рабочую документацию схемы учета электроэнергии с удаленным сбором данных, состоящей из прибора технического учета, двух приборов коммерческого учета и устройства сбора и передачи данных (УСПД).

Инструкция:

Шаг 1. Разработать структурную схему организации учета электроэнергии с удаленным сбором данных (в формате Visio).

Шаг 2. Сформировать краткое описание работы системы учета.

Шаг 3. Разработать исполнительной (монтажной) схемы шкафа технического учета электроэнергии, включающего прибор технического учета и УСПД, шкафы коммерческого учета потребителей.

Шаг 4. Указать перечень элементов комплектации шкафов учета.

Шаг 5. Продемонстрировать знание функционального взаимодействия и принципов работы элементов интеллектуальной системы учета.

Шаг 6. Составить однолинейную схему шкафа учета с включением компонентов интеллектуальной системы учета, схемы соединения внешних проводок шкафов учета, схемы подключения приборов учета, спецификацию используемого оборудования и материалов

Обратную связь по выполненной работе слушатель получит напрямую. Некоторые работы будут прокомментированы на практическом задании.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

«Цифровые подстанции»

1. Аннотация

Данная дисциплина затрагивает вопросы передачи и распределения электрической энергии, автоматизации и эксплуатации энергосистем с высокой степенью автоматизации: основная терминология; архитектура и основные принципы построения цифровой подстанции, предобработка; основные методы и направления анализа данных, а также инструменты SimInTech для реализации некоторых алгоритмов работы с цифровыми подстанциями.

Цель дисциплины (результаты обучения)

По окончании обучения на данной дисциплине слушатели будут способны:

ID и формулировка целевого уровня формирования компетенций	Промежуточные образовательные результаты		
	Опыт практической деятельности (ОПД)	Умения (У)	Знания (З)
21. Дорабатывает конфигурации и модули ИС (информационные системы) предприятий	Специализированным ПО для программирования промышленных контроллеров и визуализации данных Методологиями внедрения промышленных информационных систем Навыками технического документирования конфигураций и изменений в АСУ ТП	Адаптировать и настраивать модули учета электроэнергии для интеграции с корпоративными системами Разрабатывать программные решения для мониторинга и управления оборудованием цифровых подстанций Реализовывать меры защиты информации в промышленных системах управления	Международных и российских отраслевых стандартов (МЭК 61850, CIM, OPC UA, ФЗ №35, требования ФСТЭК) Архитектуры и принципов работы SCADA-систем и систем коммерческого учета электроэнергии Протоколов промышленной связи и основ кибербезопасности в АСУ ТП
17. Применяет специализированные системы управления инфраструктурой и процессами предприятия	Современными инструментами программирования промышленного оборудования Методиками внедрения и сопровождения АСУ ТП Практическими навыками анализа и диагностики промышленных данных	Настройки и адаптации систем управления технологическими процессами Разработки программных решений для цифровых подстанций Обеспечения информационной безопасности	Нормативной базы и стандартов электроэнергетики (МЭК 61850, ФСТЭК) Принципов построения SCADA-систем и АСУ ТП Технологий промышленной связи и интеграции (OPC UA, DNP3)

		промышленных систем	
--	--	---------------------	--

2. Содержание

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
Модуль 3. Цифровые подстанции (54 часа)			
Тема 3.1. Основные направления цифровизации в электроэнергетике (14ч.)	Современные методы управления оборудованием объектов электроэнергетики. Требования, принципы и инструменты, используемые в цифровых системах управления электроэнергетических систем (2 ч.)	Работа с типовыми схемами подстанций, предварительный выбор оборудования силового и измерительного оборудования цифровой подстанции (5 ч.). <i>Задание 1.</i> Формирование перечня основных объектов управления и измерения варианта цифровой подстанции по типовой схеме подстанции	Исследование типовых схем подстанций и основного силового оборудования электроэнергетических систем (7 ч.)
Тема 3.2. Принципы построения цифровой подстанции (40 ч.)	Функциональное резервирование и самодиагностика оборудования. Обобщенная информационная модель СИМ (CommonInformation Model, CIM), иерархия классов и моделей оборудования подстанции. Обзор существующих тенденций при построении цифровой подстанции (5 ч.)	Идентификация технологических систем цифровой подстанции (15 ч.). <i>Задание 2.</i> Формирование решения по выбранному варианту цифровой подстанции	Поиск информации по типовым решениям в части оборудования и протоколов связи от производителей оборудования (20 ч.)

3. Условия реализации программы дисциплины

Организационно-педагогические условия реализации программы

Обучение по программе реализовано в формате смешанного обучения, с применением активных технологий совместного обучения в электронной среде (синхронные и асинхронные занятия). Лекционный материал представляется

в виде синхронных лекций, записей занятий, текстовых материалов, презентаций, размещаемых в электронном курсе. Данные материалы сопровождаются заданиями и дискуссиями в чатах дисциплин. Изучение теоретического материала (СРС) предполагается до и после синхронной части работы.

Материально-технические условия реализации программы

Занятия реализуются на базе инструментов видеоконференцсвязи и включают в себя лекционные и практические занятия. Для проведения вебинаров применяется программа видеоконференцсвязи. При проведении лекций, практических занятий, самостоятельной работы слушателей используется следующее оборудование: компьютер с наушниками или аудиокolonками, микрофоном и веб-камерой. Программное обеспечение (обновленное до последней версии): браузер Google Chrome, SimInTech, текстовый редактор.

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

Дисциплина может быть реализована как очно, так и заочно, в том числе, с применением дистанционных образовательных технологий. Она включает занятия лекционного типа, интерактивные формы обучения, практические занятия.

Содержание комплекта учебно-методических материалов

По данной дисциплине программы имеется электронный учебно-методический комплекс (УМК) в системе электронного обучения СФУ «е-Курсы» (<https://e.sfu-kras.ru/>). УМК содержит: систему навигации по программе (учебно-тематический план, график работы по программе, сведения о результатах обучения, о преподавателях программы, форумы для объявлений и вопросов преподавателям), набор презентаций к лекциям, набор ссылок на внешние образовательные ресурсы и инструменты, систему заданий с подробными инструкциями, списки основной и дополнительной литературы. В электронном курсе реализована система обратной связи.

Литература

Основная литература

15. Савина Н.В. Инновационное развитие электроэнергетики на основе технологий Smart Grid: учеб. пособие. – Благовещенск: Амурский госуд. ун-т, 2014. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/103865.html>.

16. ГОСТ Р 59279-2020 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Электрические сети. Схемы принципиальные электрические распределительных устройств от 35 до 750 кВ подстанций. Типовые решения. Рекомендации по применению. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200177281>.

Дополнительная литература

1. ГОСТ Р 54835-2011 61850-1:2003 Сети и системы связи на подстанциях. Часть 1. Введение и обзор.

2. ГОСТ Р 54325-2011 (IEC/TS 61850-2:2003) Сети и системы связи на подстанциях. Часть 2. Термины и определения.
3. ГОСТ Р МЭК 61850-3-2005 Сети и системы связи на подстанциях. Часть 3. Основные требования.
4. ГОСТ Р МЭК 61850-5-2011 Сети и системы связи на подстанциях. Часть 5. Требования к связи для функций и моделей устройств.
5. ГОСТ Р МЭК 61850-6-2009 Сети и системы связи на подстанциях. Часть 6. Язык описания конфигурации для связи между интеллектуальными электронными устройствами на электрических подстанциях.
6. ГОСТ Р МЭК 61850-7-1-2009 Сети и системы связи на подстанциях. Часть 7. Базовая структура связи для подстанций и линейного оборудования. Раздел 1. Принципы и модели.
7. ГОСТ Р МЭК 61850-7-2-2009 Сети и системы связи на подстанциях. Часть 7. Базовая структура связи для подстанций и линейного оборудования. Раздел 2. Абстрактный интерфейс услуг связи (ACSI).
8. ГОСТ Р МЭК 61850-7-3-2009 Сети и системы связи на подстанциях. Часть 7. Базовая структура связи для подстанций и линейного оборудования. Раздел 3. Классы общих данных.
9. ГОСТ Р МЭК 61850-7-4-2011 Сети и системы связи на подстанциях. Часть 7. Базовая структура связи для подстанций и линейного оборудования. Раздел 4. Совместимые классы логических узлов и классы данных.
10. Communication networks and systems for power utility automation – Part 8-1: Specific communication service mapping (SCSM) – Mappings to MMS (ISO 9506-1 and ISO 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3 (IEC 61850-8-1:2011).
11. Communication networks and systems for power utility automation – Part 9-2: Specific communication service mapping (SCSM) – Sampled values over ISO/IEC 8802-3 (IEC 61850-9-2:2011).
12. IEC 61850-90-4, Communication Networks and Systems in Substations. Part 90-4: Network Engineering Guidelines. Technical Report, 2010.
13. Simple Network Time Protocol (SNTP) Version 4.
14. IEC 62439-3 Industrial communication networks – High availability automation networks – Part 3: Parallel Redundancy Protocol (PRP) and High-availability Seamless Redundancy (HSR) – Edition 3.0.
15. Стандарт IEEE1588.
16. СТО 56947007-29.240.10.302-2020 Типовые технические требования к организации и производительности технологических ЛВС в АСУ ТП ПС ЕНЭС.
17. СТО 56947007-29.240.10.299-2020 Цифровая подстанция. Методические указания по проектированию ЦПС.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. IEC 61850 Tissue Database «Add new LNs SVTR SCTR» (сайт). – URL: <https://iec61850.tissue-db.com/tissue/1371/>.
2. Сайт цифровой библиотеки IEEE (по доступу). – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>.

3. Отчеты лаборатории кибербезопасности компании «Ростелеком-Солар» (сайт). – URL: <https://rt-solar.ru/analytics/reports/>.

4. Материалы специализированного портала Цифровая подстанция (сайт). – URL: <http://digitalsubstation.com/>.

5. Архив журнала «Релейная защита и автоматизация» (сайт). – URL: <http://www.srzau-ric.ru/izdatelskaia-deiatelnost/zhurnal/arhiv/>.

6. Портал журнала «Автоматизация в промышленности» (сайт). – URL: <https://avtprom.ru/tsifrovaya-podstantsiya>.

4. Оценка качества освоения программы дисциплины (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

Форма аттестации по дисциплине — зачет.

Оценка результатов обучения осуществляется следующим образом. Максимально за курс можно набрать 100%, из них:

- тесты самоконтроля к лекциям 40 %;
- практические задания составляют 60 %.

Зачет получают слушатели, набравшие не менее 50 % из 100 от общего прогресса по курсу.

Перечень заданий и/или контрольных вопросов

Практические задания

1. Формирование перечня основных объектов управления и измерения варианта цифровой подстанции по типовой схеме подстанции.

2. Формирование решения по выбранному варианту цифровой подстанции.

Задания для самостоятельной работы

В самостоятельные работы входит изучение материала курса и закрепление заданий с практических уроков.

Критерии оценивания заданий и/или контрольных вопросов

Баллы	1 балл	2 балла	3 балла
Критерий	Задание выполнено частично, требует серьезной доработки	Задание выполнено, но требует некоторой доработки	Задание выполнено полностью, не требует доработки

Примеры практических заданий

Задание 1. Формирование перечня основных объектов управления и измерения варианта цифровой подстанции по типовой схеме подстанции.

Цель задания: изучить и выбрать перечень основных объектов управления цифровой подстанции.

Инструкция:

Коммутационные аппараты (выключатели)

1. Состав контролируемого и управляемого оборудования:

- выключатель;
- привод выключателя (электромагниты включения и отключения, механизм и автоматика завода пружин, датчик положения);
- встроенные трансформаторы тока.

2. Требования 1-й стадии

1) Объем измерений и датчиковой части:

- датчики положения (контактные, дискретные);
- датчики технологические (давление и плотность элегаза, состояние пружин).

2) Расчетно-диагностические задачи: приближенный (нет точной информации о положении главных контактов) расчет коммутационного ресурса.

3) Модуль представляет собой средство цифровой интеграции всех устройств, устанавливаемых рядом с выключателем (устройство отключения в бестоковую паузу, устройство оперативной и долговременной диагностики, устройство ввода сигналов от технологических датчиков выключателя).

Задание 2. Формирование решения по выбранному варианту цифровой подстанции.

Цель задания: изучить и выбрать предварительное решение по выбранному варианту цифровой подстанции.

Инструкция:

Коммутационные аппараты (выключатели)

Требования 2-й стадии

1) Объем измерений и аппаратной части: вместо датчиков крайних положений (блок-контактов) используются оптические датчики угла поворота/перемещения (для точного контроля мгновенного положения главных контактов) пассивного типа с цифровым выходом.

2) Привод выключателя:

- подача напряжения на электромагниты включения и отключения осуществляется посредством триаков с оптическим управлением;
- в схеме управления заводом пружин также используются твердо-тельные силовые ключи.

3) Встроенные цифровые трансформаторы тока – оптические цифровые с протоколом 61850-9.2. Информация от них используется выключателем (схема управления, система диагностики), а также поступает во внешнюю цифровую сеть.

4) Модуль связи – контроллер управления:

Модуль связи в общем случае включает следующие функциональные субмодули:

- включения выключателя,
- отключения выключателя в бестоковую паузу (пофазно),
- управления приводом завода пружин,
- мониторинга и диагностики (включая функцию контроля элегаза, состояния пружин, готовность к включению и отключению),
- электропитания.

Количество модулей связи должно быть равно количеству соленоидов включения (отключения).

Примеры тестовых заданий к лекциям

1. Количество архитектур цифровых подстанций в соответствии ПАО «Россети» и согласно «Россети ФСК ЕЭС»:
 - a. одна;
 - b. две;
 - c. три
2. Цифровые подстанции базируются серии стандартов:
 - a. МЭК 61850;
 - b. МЭК 63850;
 - c. ГОСТ Р МЭК 62580
3. Выберите основные протоколы связи МЭК 61850:
 - a. ModBus;
 - b. MMS;
 - c. GOOSE

4. Выберите требования к системам цифровой подстанции:
 - а. Высокая надежность;
 - б. Изолированность от интернет-сети;
 - с. Средства поддержки чтения осциллограмм
5. Перечислите силовое коммутационное оборудование на высоком напряжении подстанции:
 - а. предохранители;
 - б. выключатели;
 - с. разъединители.
6. На какой надежности работы оборудования цифровой подстанции основан стандарт МЭК 61850:
 - а. 95 %;
 - б. 90 %;
 - с. 100 %.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)
«Интеллектуальные системы в электроэнергетике:
концептуальные основы»

1. Аннотация

Данная дисциплина затрагивает вопросы построения интеллектуальных систем в электроэнергетике: основная терминология; данные и знания, модели представления знаний; экспертная система; искусственный интеллект, машинное обучение, нейронные сети; объектно-ориентированный подход, UML; коммуникационные технологии, Smart Grid.

Цель дисциплины (результаты обучения)

По окончании обучения на данной дисциплине слушатели будут способны:

ID и формулировка целевого уровня формирования компетенций	Промежуточные образовательные результаты		
	Опыт практической деятельности (ОПД)	Умения (У)	Знания (З)
21. Дорабатывает конфигурации и модули ИС (информационные системы) предприятий	Специализированным ПО для программирования промышленных контроллеров и визуализации данных Методологиями внедрения промышленных информационных систем Навыками технического документирования конфигураций и изменений в АСУ ТП	Адаптировать и настраивать модули учета электроэнергии для интеграции с корпоративными системами Разрабатывать программные решения для мониторинга и управления оборудованием цифровых подстанций Реализовывать меры защиты информации в промышленных системах управления	Международных и российских отраслевых стандартов (МЭК 61850, CIM, OPC UA, ФЗ №35, требования ФСТЭК) Архитектуры и принципов работы SCADA-систем и систем коммерческого учета электроэнергии Протоколов промышленной связи и основ кибербезопасности в АСУ ТП

3. Содержание

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
Модуль 4. Интеллектуальные системы в электроэнергетике: концептуальные основы (54 часа)			
Тема 4.1. Понятие об интеллектуальной системе. Модели	Основные термины и определения (2 ч.)	Работа с языками разметки. HTML, XML. Задание 1. Представление данных	Поиск информации по теме HTML, XML (6 ч.)

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
представления знаний (12 ч.)		в заданном формате (4 ч.)	
Тема 4.2. Методы ИИ. Экспертные системы. Нейронные сети (12 ч.)	Конструкция и построение экспертных сетей. Типы нейронных сетей и задачи, которые они решают (2 ч.)	Обзор методов машинного обучения. <i>Задание 2.</i> Реализация алгоритма регрессии в Matlab (4 ч.)	Поиск информации по теме регрессионного анализа, машинного обучения (6 ч.)
Тема 4.3. Введение в объектно-ориентированный подход на основе JavaScript (14 ч.)	Представление основных принципов объектно-ориентированного подхода (3 ч.)	<i>Задание 3.</i> Реализация принципа наследования путём создания классов с заданными свойствами и методами (6 ч.)	Изучение принципов объектно-ориентированного подхода на основе JavaScript (11 ч.)
Тема 4.4. Введение в UML. Описание энергосистем с помощью UML. Использование XML в МЭК 61970-301. Smart Grid (16 ч.)	Использование UML и XML в описании стандарта МЭК 61970-301 (4 ч.)	<i>Задание 4.</i> Создание UML и XML-спецификаций систем электроснабжения (4 ч.)	Изучение основ стандарта МЭК 61970-301 (4 ч.)

3. Условия реализации программы дисциплины

Организационно-педагогические условия реализации программы

Обучение по программе реализовано в формате смешанного обучения, с применением активных технологий совместного обучения в электронной среде (синхронные и асинхронные занятия). Лекционный материал представляется в виде синхронных лекций, записей занятий, текстовых материалов, презентаций, размещаемых в электронном курсе. Данные материалы сопровождаются заданиями и дискуссиями в чатах дисциплин. Изучение теоретического материала (СРС) предполагается до и после синхронной части работы.

Материально-технические условия реализации программы

Занятия реализуются на базе инструментов видеоконференцсвязи и включают в себя лекционные и практические занятия. Для проведения вебинаров применяется программа видеоконференцсвязи. При проведении лекций, практических занятий, самостоятельной работы слушателей используется следующее оборудование: компьютер с наушниками или аудиоколонками, микрофоном и веб-камерой. Программное обеспечение

(обновленное до последней версии): браузер Google Chrome, Matlab, текстовый редактор.

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

Дисциплина может быть реализована как очно, так и заочно, в том числе, с применением дистанционных образовательных технологий. Она включает занятия лекционного типа, интерактивные формы обучения, практические занятия.

Содержание комплекта учебно-методических материалов

По данной дисциплине программы имеется электронный учебно-методический комплекс (УМК) в системе электронного обучения СФУ «е-Курсы» (<https://e.sfu-kras.ru/>). УМК содержит: систему навигации по программе (учебно-тематический план, график работы по программе, сведения о результатах обучения, о преподавателях программы, форумы для объявлений и вопросов преподавателям), набор презентаций к лекциям, набор ссылок на внешние образовательные ресурсы и инструменты, систему заданий с подробными инструкциями, списки основной и дополнительной литературы. В электронном курсе реализована система обратной связи.

Литература

Основная литература

9. Бессмертный И.А. Интеллектуальные системы: учебник и практикум для вузов / И.А. Бессмертный, А.Б. Нугуманова, А.В. Платонов. – М.: Издательство Юрайт, 2023.

10. Кудрявцев В.Б. Интеллектуальные системы: учебник и практикум для вузов / В.Б. Кудрявцев, Э.Э. Гасанов, А.С. Подколзин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2023.

11. Вьюгин В.В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования / В.В. Вьюгин. – М.: МЦНМО, 2013.

12. Сакулин С.А. Основы интернет-технологий: HTML, CSS, JavaScript, XML: учеб. пособие / С.А. Сакулин. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017.

Дополнительная литература

8. Андрейчиков А.В. Интеллектуальные информационные системы и методы искусственного интеллекта: учебник / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М.: ИНФРА-М, 2023.

9. Пател, Анкур. Прикладное машинное обучение без учителя с использованием Python: Пер. с англ. – СПб.: ООО «Диалектика», 2020.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Всё про UML [Электронный ресурс]. – URL: <https://coderlessons.com/?s=UML>.

2. Учебник по XML [Электронный ресурс]. – URL: <https://coderlessons.com/?s=xml>.

3. Machine Learning in MATLAB [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.mathworks.com/help/stats/machine-learning-in-matlab.html>.

4. Оценка качества освоения программы дисциплины (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

Форма аттестации по дисциплине — зачет.

Оценка результатов обучения осуществляется следующим образом. Максимально за курс можно набрать 100 %, из них:

- тесты самоконтроля к лекциям 40 %;
- практические задания составляют 60 %.

Зачет получают слушатели, набравшие не менее 50 % из 100 от общего прогресса по курсу.

Перечень заданий и/или контрольных вопросов

Практические задания

1. Представление данных в заданном формате с помощью HTML, XML.
2. Реализация алгоритма регрессии в Matlab.
3. Реализация принципа наследования путём создания классов с заданными свойствами и методами в программе на JavaScript.
4. Создание UML и XML-спецификации системы электроснабжения.

Задания для самостоятельной работы

В самостоятельные работы входит изучение материала курса и закрепление заданий с практических уроков.

Критерии оценивания заданий и/или контрольных вопросов

Баллы	1 балл	2 балла	3 балла
Критерий	Задание выполнено частично, требует серьезной доработки	Задание выполнено, но требует некоторой доработки	Задание выполнено полностью, не требует доработки

Примеры практических заданий

Задание 2. Реализация алгоритма регрессии на Matlab.

Цель задания: изучить и реализовать алгоритм регрессии.

Инструкция:

Шаг 1. Подготовка и предобработка данных (или генерация данных).

Шаг 2. Изучение алгоритма прогноза значений на основе восстановления функции с применением регрессии.

Шаг 3. Реализовать алгоритм в Matlab.

Шаг 4. Отобразить на графиках исходные данные и полученный результаты.

Задание 3. Реализация принципа наследования на JavaScript.

Цель задания: Создать программу, содержащую два класса, где один класс наследуется от другого.

Инструкция:

Шаг 1. Создаёт исходный класс с заданными свойствами и методами.

Шаг 2. Создаёт производный класс с заданными свойствами и методами, использующими функциональность исходного класса.

Шаг 3. Написать команды, представляющие функциональность классов.

Примеры тестовых заданий к лекциям

1. Что такое инкапсуляция в объектно-ориентированном программировании?

- а. сокрытие методов;
- б. сокрытие свойств;
- с. сокрытие деталей реализации.

2. Что такое наследование в объектно-ориентированном программировании?

- а. создание новых классов на основе существующих;
- б. создание новых объектов на основе существующих;
- с. создание новых функций на основе существующих.

3. Что такое экземпляр класса в объектно-ориентированном программировании?

- а. объект;
- б. класс;
- с. метод.

4. Что такое конструктор в объектно-ориентированном программировании?

- а. специальный метод, который используется для создания объекта;
- б. метод, инициализирующий поля объекта;
- с. метод, создающий новый класс.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

1. Аннотация

Основной задачей практики слушателей программы является закрепление в практической деятельности профессиональных компетенций, умений, навыков и знаний, полученных в ходе обучения, а также приобретение необходимых умений и практического опыта на конкретном рабочем месте.

Цель практики — приобретение слушателями программы практического опыта работы, а также освоение новых технологий, форм и методов организации труда непосредственно на рабочем месте.

Планируемые результаты:

По окончании практики слушатели будут способны: составлять и работать с технической, нормативной и образовательной документацией; разрабатывать алгоритмы решений поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания или других принятых в организации нормативных документов; анализировать техническое задание на проект интеллектуальной или цифровой системы в электроэнергетике; составлять формализованные описания решений поставленных задач; разрабатывать алгоритмы решений.

2. Содержание

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
Практика (16 часов)			
1. Общие вопросы (ознакомление с предприятием) (2 ч.)		Ознакомление и практическое изучение экономики, планирования и организации производства (2 ч.)	
2. Практическая часть (10 ч.)		Изучение общих принципов цикла проектирования и разработке интеллектуальной/цифровой системы в электроэнергетике (4 ч.). Решение практико-ориентированных задач (6 ч.)	
3. Подготовка отчетной документации (4 ч.)			Составление отчета (4 ч.)

Содержание практики включает следующие этапы:

1. Знакомство с работодателями и презентация компаний: на этом этапе представители компаний расскажут о своих организациях, сферах деятельности и специфике задач, которые они решают в области ИТ. Участники смогут задать вопросы и узнать о реальных потребностях бизнеса.

2. Обсуждение реальных кейсов: представители работодателей представят конкретные примеры задач, которые требуют автоматизации.

3. Формирование пула заданий. Наставники определяют актуальные задачи.

4. Выполнение проектных заданий

Каждый участник выбирает одно или несколько заданий из сформированного пула, основываясь на своих интересах и навыках.

Участники работают над проектом, который включает в себя:

1. Разработка технического задания на проект интеллектуальной/цифровой системы в электроэнергетике;

2. Формализация и алгоритмизация поставленной задачи;

3. Разработка архитектуры проекта интеллектуальной/цифровой системы в электроэнергетике;

4. Разработка проекта интеллектуальной/цифровой системы в электроэнергетике;

5. Оформление отчета о проектировании;

6. Обратная связь и доработка проектов: участники получают обратную связь от работодателей и наставников по своим проектам. Обсуждаются сильные стороны работы и области для улучшения. На основе полученных комментариев участники вносят изменения и улучшения в свои проекты, что позволяет повысить их качество и функциональность.

3. Условия реализации программы практики

Организационные и педагогические условия реализации программы

Обучение по программе практики реализовано в формате смешанного обучения, с применением активных технологий совместного обучения в электронной среде (синхронные и асинхронные занятия). Материал практических занятий представляется в виде синхронных занятий, презентаций, размещаемых в электронном курсе. Данные материалы сопровождаются заданиями и дискуссиями в чатах дисциплин. Изучение теоретического материала (СРС) предполагается до и после синхронной части работы.

Практика проводится под руководством назначенного руководителя из числа профессорско-преподавательского состава Университета, а также руководителя из состава организации, структурных подразделениях организации, материально-техническое обеспечение которой соответствует профилю программы.

Учебно-методическое и информационное обеспечение

По данному модулю используется электронный УМК. УМК предполагает использование разных типов материалов, сопровождающих учебный процесс, включая информационные, обучающие и контролирующие. На платформе

электронных курсов размещаются задания, приводится перечень необходимых для изучения материалов. Обучающиеся могут на протяжении прохождения практики обращаться к теоретической базе знаний.

4. Оценка качества освоения программы практики (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

В качестве подтверждения прохождения практики на базе предприятий, организаций, учреждений, для зачета результатов обучения предъявляется дневник прохождения практики (Приложение 2) (*отчет в виде дневника прохождения практики*).

Программу составили:

Программу составили:

Канд. техн. наук,
доцент кафедры электроэнергетики
Политехнического института СФУ



И.В. Коваленко

Канд. техн. наук,
доцент кафедры электроэнергетики
Политехнического института СФУ



А.С. Амузаде

Канд. техн. наук,
доцент кафедры электроэнергетики
Политехнического института СФУ



В.В. Шевченко

Ст. преподаватель
кафедры электроэнергетики
Политехнического института СФУ



Р.А. Петухов

Руководитель программы:

Канд. техн. наук,
доцент кафедры электроэнергетики
Политехнического института СФУ



И.В. Коваленко

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Наименование образовательной организации

Индивидуальный план слушателя, направляемого на практику

Фамилия, имя, отчество _____

Место работы и должность/статус _____

Название предприятия (организации), где проводится практика

Цель практики _____

Срок практики с «___» _____ 202 г. по «___» _____ 202 г.

План практики

№ п.п.	Перечень разрабатываемых (изучаемых) вопросов, виды работ	Количество часов	Форма отчета
1.			Дневник практики
2.			
3.			

СОГЛАСОВАНО

(должность ответственного)

(подпись)

(расшифровка подписи) лица,
направляющего на практику)

Наименование площадки

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель площадки

_____ ФИО

«_____» _____ 2022 г.

М.П.

ДНЕВНИК
прохождения практики

_____,
(фамилия, имя, отчество)

проходящего обучение в рамках дополнительной профессиональной программе переподготовки «Python в производстве: автоматизация и аналитика»

Цель практики:

Руководители практики (от организации): _____
(должность) (ФИО)

1. Дневник

Дата	Выполняемая работа	Вопросы для консультантов и руководителей практики

2. Краткий отчет о практике

3. Заключение руководителя практики от принимающей организации

Руководитель практики

(подпись)

(расшифровка подписи)