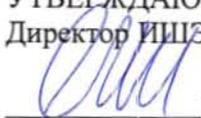


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ИИШЭ

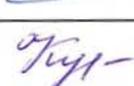
 Матвеев А.С.

«29» июня 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2019 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

**Информационные технологии в электроэнергетических системах**

Направление подготовки	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа	Цифровая энергетика		
Специализация	Оперативно-диспетчерское управление в энергосистемах		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		16
	Практические занятия		-
	Лабораторные занятия		32
	ВСЕГО		48
	Самостоятельная работа, ч		60
	ИТОГО, ч		108

Вид промежуточной аттестации	<b>Зачёт</b>	Обеспечивающее подразделение	<b>ОЭЭ ИШЭ</b>
И.о. заведующего кафедрой – руководителя отделения на правах кафедры ОЭЭ			А.С. Ивашутенко
Руководитель ООП			Н.Л. Бацева
Преподаватель			Е.О. Кулешова

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК (У)-4	Способен обеспечивать эффективную эксплуатацию электрооборудования объектов электроэнергетики, включая цифровые подстанции, микропроцессорные защиты, комплексы противоаварийной автоматики, телемеханики	И. ПК (У)-4.2	Организация и выполнение работ по эксплуатации телемеханики	ПК (У)-4.231	Знает типы протоколов передачи данных; принципы работы сетей коммуникации; параметры информационной сети объектов электроэнергетики, устройств и комплексов
				ПК (У)-4.2У1	Умеет анализировать и настраивать параметры информационной сети объекта электроэнергетики, устройств и комплексов
ПК (У)-2	Способен применять нормативно-техническую документацию для разработки проектной документации и при эксплуатации энергообъектов и электротехнических устройств	И. ПК (У)-2.1	Применяет нормативно-техническую документацию для создания проектов и в эксплуатационной деятельности	ПК (У)-2.131	Знает нормативно-техническую документацию в области проектной и эксплуатационной деятельности; требования к объектам электроэнергетики и их компонентам
				ПК (У)-2.1У1	Умеет производить отбор необходимой нормативно-технической документации
				ПК (У)-2.1В1	Владеет опытом применения требований нормативно-технической документации при проектировании объектов электроэнергетики, их компонентов и при эксплуатации электрооборудования

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части междисциплинарного профессионального модуля учебного плана образовательной программы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД-1	Знает основную нормативно-техническую документацию, применяемую для цифровых подстанций, цифровые интерфейсы и протоколы передачи данных, различает архитектуры построения ЦПС.	И. ПК (У)-2.1 И. ПК (У)-4.2
РД-2	Умеет использовать интерфейсы цифровых устройств для проектирования АСУ ТП ПС, разрабатывать схему ИТС и ЛВС.	И. ПК (У)-4.2
РД-3	Владеет навыками построения ЦПС с IED-устройствами в формате МЭК 61850.	И. ПК (У)-4.2 И. ПК (У)-2.1

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Введение в дисциплину	РД-1	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	12
Раздел 2. Развитие цифровых технологий в электроэнергетике	РД-1 РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	12
Раздел 3. Интерфейсы микропроцессорных устройств последовательный и радиальный	РД-1 РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	12
Раздел 4. Протоколы обмена стандартных интерфейсов в электроэнергетике	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	12
Раздел 5. ГОСТ МЭК (IEC) 61850	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	12

##### Содержание разделов дисциплины:

###### Раздел 1. Введение в дисциплину

Рассматриваются роль и место цифровых подстанций в развитии мировой электроэнергетики и электроэнергетики России.

###### Темы лекций:

1. Термины и определения, понятия, область применения автоматизированных систем технологического управления цифровыми подстанциями. Статистика строительства ЦПС в мире. Задачи, идеология развития АСТУ ЦПС; цифровые РЭС, цифровые ПЭС, цифровая ОЭС.

###### Названия лабораторных работ:

1. Исследование структуры и параметров конфигурации SCL – модели.

###### Раздел 2. Развитие цифровых технологий в электроэнергетике

Приведены сведения о развитии цифровых подстанций и их компонентов.

###### Темы лекций:

1. Структурная схема АСТУ ЦПС, концепция построения. Взаимодействие технологических подсистем (РЗА, ПА, ОМП, СОПТ, ЩСН, СКУД, СТТ, ОПС, АИИС КУЭ) в АСТУ ЦПС.
2. Дискретные сигналы в электроэнергетике. Аналоговые релейные (вторичные) цепи ТТ, ТН в МП РЗА, РАС и аналоговые измерительные (вторичные) цепи ТТ, ТН в ПА, ССПИ, АИИС КУЭ. Аналого-цифровой преобразователь. Импульсный сигнал. Микроэлектроника.

###### Названия лабораторных работ:

1. Настройка автоматизированного рабочего места.
2. Разработка схемы информационно-технических средств (ИТС).

### **Раздел 3. Интерфейсы микропроцессорных устройств последовательный и радиальный**

Рассматриваются способы и технологии передачи информации на цифровых подстанциях.

#### **Темы лекций:**

1. Стандартные последовательные интерфейсы в электроэнергетике. Транзисторно-транзисторная логика (ТТЛ, TTL) в МП РЗиА, ИРПС («токовая петля»), RS-232 (V. 24/V. 28), RS 422, RS 485. Стандартные радиальные интерфейсы в электроэнергетике. CAN-шина, Profibus, Ethernet, Fast Ethernet.
2. Структурированные кабельные сети (СКС). Медные и оптические интерфейсы. Коннекторы, стандартные разъёмы для «меди» и «оптики» как составная часть интерфейса. Шины интерфейсов. Шина подстанции и шина процесса.

#### **Названия лабораторных работ:**

1. Изучение формата передачи данных в соответствии с протоколом MMS по стандарту МЭК-61850.
2. Построение информационно-технических средств автоматизированной системы управления технологическими процессами (ЛВС АСУ ТП) ПС.

### **Раздел 4. Протоколы обмена стандартных интерфейсов в электроэнергетике**

Рассматриваются стандартные протоколы передачи информации.

#### **Темы лекций:**

1. Архитектура и стандартизация сетей. Многоуровневая модель OSI. Сетевые коммуникации как основа АСТУ ЦПС. Модуляция. Модемные протоколы (V.17; V.21 - V.34; ZyCELL; HDLC; MNP; V.24; V.28) классификация. Протоколы обмена информацией МП устройств последовательных интерфейсов в электроэнергетике (MODBUS RTU, MODBUS ASCII, ANSI, Profibus DP, Систел, ВВnet, МЭК (IEC) 60870-5-101-2006, МЭК (IEC) 60870-5-103-2005).
2. Протоколы обмена информацией МП устройств радиальных интерфейсов в электроэнергетике, семейство протоколов TCP/IP для Ethernet (Telnet, UDP, FTP, MODBUS TCP, DNP3 семейство сетевых протоколов IEEE 802, МЭК (IEC) 60870-5-104-2004). Протоколы обмена информацией IED устройств (МЭК (IEC) 61850-8-1, МЭК (IEC) 61850-9-2 LE, МЭК 61968/61970 (CIM-модель)). Протоколы межмашинного обмена (ММО) диспетчерских центров (OPC; FDST IEC 60870-6-503 (ICCP/TASE.2) в SCADA СК-2003, СК-2007, СК-2011, КОТМИ-NT, КОТМИ-14).

#### **Названия лабораторных работ:**

1. Изучение формата передачи данных в соответствии с протоколом GOOSE по стандарту МЭК-61850.
2. Присвоение адресации коммутационным устройствам ЛВС АСУ ТП ПС.

### **Раздел 5. ГОСТ МЭК (IEC) 61850**

Раздел направлен на изучение нормативно-технической документации в области проектирования цифровой части подстанции, энергопредприятий, энергорайона и энергосистемы.

#### **Темы лекций:**

1. Серия МЭК 61850 части 1 – 10. Концепция построения ЦПС с IED. Практическая реализация АСТУ ЦПС в электроэнергетике. АСТУ цифрового энергорайона, энергопредприятия, энергосистемы.

#### **Названия лабораторных работ:**

1. Изучение формата передачи данных в соответствии с протоколом SV по стандарту МЭК-61850.
2. Создание SSD и SCD файлов конфигурации ПС.

## 5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Подготовка к лабораторным работам;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература

1. Скляр В. В. Обеспечение безопасности АСУТП в соответствии с современными стандартами / В. В. Скляр. – Москва: Инфра-Инженерия, 2018. – 384 с. – Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента». – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972902309.html>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Денисенко В. В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием / В. В. Денисенко. – Москва: Гор. Линия– Телеком, 2013. – 606 с. – URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/443651>. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.
3. Иванов В. Э. Разработка АСУТП в среде WinCC: учебное пособие / В. Э. Иванов, Е. У. Чье. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 232 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/124675>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Федоров Ю. Н. Справочник инженера по АСУТП. Проектирование и разработка: учебное пособие. В 2 томах. Том 1 / Ю. Н. Федоров. – 2-е изд., доп. И перераб. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2018. – 488 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/108631>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Федоров Ю. Н. Справочник инженера по АСУТП. Проектирование и разработка: учебное пособие. В 2 томах. Том 2 / Ю. Н. Федоров. – 2-е изд., доп. И перераб. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2018. – 484 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/108632>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Дополнительная литература

1. Целищев Е. С. Автоматизация проектирования технического обеспечения АСУТП: учебное пособие / Е. С. Целищев, А. В. Котлова, И. С. Кудряшов. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 196 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/124598>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Смирнов Ю. А. Технические средства автоматизации и управления: учебное пособие / Ю. А. Смирнов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 456 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/109629>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Федоров Ю. Н. Порядок создания, модернизации и сопровождения АСУТП / Ю. Н. Федоров. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2011. – 566 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/65089>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Терещенко, П. В. Интерфейсы информационных систем: учебное пособие / П. В. Терещенко, В. А. Астапчук. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012. – 67 с. – Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента». – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778220362.html>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Мякишев Д. В. Разработка программного обеспечения АСУ ТП на основе объектно-ориентированного подхода: учебно-методическое пособие / Д. В. Мякишев. – Вологда: Ин-

- фра-Инженерия, 2019. – 128 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/124676>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. СТО 56947007-25.040.80.266-2019 «Типовые технические требования к ССПИ ПС с функцией удаленного управления ПС из ЦУС» [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.fsk-ees.ru/upload/docs/STO\\_56947007-25.040.80.266-2019.pdf](https://www.fsk-ees.ru/upload/docs/STO_56947007-25.040.80.266-2019.pdf). Режим доступа: свободный.
7. СТО 56947007-29.130.01.092-2011 «Выбор видов и объемов телеинформации при проектировании систем сбора и передачи информации подстанций ЕНЭС для целей диспетчерского и технологического управления» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.fsk-ees.ru/upload/docs/56947007-29.130.01.092-2011.pdf>. Режим доступа: свободный.
8. СТО 56947007-29.240.10.167-2014 «Информационно-технологическая инфраструктура подстанций. Типовые технические решения» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.fsk-ees.ru/upload/docs/STO-56947007-29.240.10.167-2014.pdf>. Режим доступа: свободный.
9. СТО 34.01-21-005-2019 «Цифровая электрическая сеть. Требования к проектированию цифровых распределительных электрических сетей 0,4-220 кВ» [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.rosseti.ru/investment/standart/corp\\_standart/doc/СТО\\_34.01-21-005-2019.pdf](http://www.rosseti.ru/investment/standart/corp_standart/doc/СТО_34.01-21-005-2019.pdf). Режим доступа: свободный.
10. СТО 34.01-21-004-2019 «Цифровой питающий центр. Требования к технологическому проектированию цифровых подстанций напряжением 110-220 кв и узловых цифровых подстанций напряжением 35 кВ» [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.rosseti.ru/investment/standart/corp\\_standart/doc/СТО\\_34.01-21-004-2019.pdf](http://www.rosseti.ru/investment/standart/corp_standart/doc/СТО_34.01-21-004-2019.pdf). Режим доступа: свободный.
11. СТО 56947007-25.040.40.236-2016 «Правила технической эксплуатации АСУ ТП ПС ЕНЭС. Общие технические требования» [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.fsk-ees.ru/upload/docs/STO\\_25.040.40.236-2016.pdf](https://www.fsk-ees.ru/upload/docs/STO_25.040.40.236-2016.pdf). Режим доступа: свободный.
12. СТО 56947007-25.040.40.227-2016 «Типовые технические требования к функциональной структуре автоматизированных систем управления технологическими процессами подстанций Единой национальной электрической сети (АСУ ТП ПС ЕНЭС)» [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.fsk-ees.ru/upload/docs/STO\\_56947007-25.040.40.227-2016\\_FSK.pdf](https://www.fsk-ees.ru/upload/docs/STO_56947007-25.040.40.227-2016_FSK.pdf). Режим доступа: свободный.
13. СТО 56947007-25.040.40.226-2016 «Общие технические требования к АСУТП ПС ЕНЭС. Основные требования к программно-техническим средствам и комплексам» [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.fsk-ees.ru/upload/docs/STO\\_56947007-25.040.40.226-2016\\_last.pdf](https://www.fsk-ees.ru/upload/docs/STO_56947007-25.040.40.226-2016_last.pdf). Режим доступа: свободный.
14. СТО 56947007-29.240.036-2009 «Руководящие указания по выбору объемов неоперативной технологической информации, передаваемой с подстанций ЕНЭС в центры управления электрическими сетями, а также между центрами управления» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.fsk-ees.ru/upload/docs/56947007-29.240.036-2009.pdf>. Режим доступа: свободный.
15. СТО 34.01-6.1-001-2016 «Программно-технические комплексы подстанций 6-10 (20) кв. Общие технические требования» [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.rosseti.ru/investment/standart/corp\\_standart/doc/34.01-6.1-001-2016.pdf](http://www.rosseti.ru/investment/standart/corp_standart/doc/34.01-6.1-001-2016.pdf). Режим доступа: свободный.
16. СТО 56947007- 29.240.10.256-2018 «Технические требования к аппаратно-программным средствам и электротехническому оборудованию ЦПС» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.fsk-ees.ru/upload/docs/STO%2056947007-29.240.10.256-2018.pdf>. Режим доступа: свободный.

## **6.2. Информационное и программное обеспечение**

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Office 2013 Standard Russian Academic
2. Adobe Acrobat Reader DC
3. PTC Mathcad 15 Academic Floating
4. Google Chrome
5. Zoom Zoom

### 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 250	Комплекс контролеров автоматической частотной разгрузки энергосистемы - 2 шт.; Счетчик электрической энергии Квант - 2 шт.; Лабораторный комплекс «Модель цифровой подстанции -2» - 1 шт. Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Стол лабораторный - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 810 посадочных мест; Компьютер - 13 шт.; Принтер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.
2	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 325	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 28 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

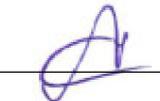
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника / «Цифровая энергетика» профиль «Оперативно-диспетчерское управление в энергосистемах» (прием 2019 г., очная форма)

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭЭ		Кулешова Е.О.

Программа одобрена на заседании выпускающего отделения электроэнергетики и электротехники ИШЭ (протокол от «27» 06 2019 г. № 6).

И.о. заведующего кафедрой - руководителя  
отделения на правах кафедры ОЭЭ  
к.т.н, доцент  
подпись

 /А.С. Ивашутенко/

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

<b>Учебный год</b>	<b>Содержание /изменение</b>	<b>Обсуждено на заседании ОЭЭ ИШЭ (протокол)</b>
2020/2021	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание дисциплины 4. Обновлен список литературы	от 25.06.2020 г. № 6