

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

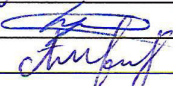
 УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШЭ
Матвеев А.С.
«26» июль 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

**Проектирование элементов цифровых устройств управления режимами
работы электроэнергетических систем**

Направление подготовки/ специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Управление режимами электроэнергетических систем		
Специализация	Управление режимами электроэнергетических систем		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1,2	семестр	2,3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		32
	Практические занятия		16
	Лабораторные занятия		32
	ВСЕГО		80
Самостоятельная работа, ч			136
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выде- ленной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			курсовая работа
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной аттестации	Экзамен, зачет, диф. зачет	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ
------------------------------	---	------------------------------	------------

И.о. заведующего кафедрой - руководителя ОЭЭ на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель		Ивашутенко А.С.
		Прохоров А.В.
		Андреев М.В.

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)-2	Способен анализировать и прогнозировать условия работы отдельных компонентов электроэнергетической системы, их взаимное влияние и совокупное воздействие, оказываемое на состояние и показатели работы системы в целом	И.ПК(У)-2.3	Анализирует устойчивость и надежность электроэнергетических режимов энергосистемы	ПК(У)- 2.332	Знает: действующие нормативные документы, определяющие требования к надежности и устойчивости электроэнергетических систем
				ПК(У)- 2.333	Знает: причины и механизмы развития аварий
				ПК(У)- 2.3У2	Умеет: контролировать и оценивать значения режимных параметров, их соответствие техническим требованиями по эксплуатации энергосистем
ПК(У)-3	Способен разрабатывать мероприятия и принимать решения по управлению электроэнергетическим режимом работы энергосистемы	И.ПК(У)-3.2	Выполняет экспертизу проектов и разрабатывает технические мероприятия для обеспечения требований к технологическому функционированию энергосистем	ПК(У)- 3.2В1	Владеет: опытом разработки мероприятий по обеспечению устойчивости, повышению надежности, экономичности и живучести электроэнергетических систем
				ПК(У)- 3.232	Знает: методы и средства повышения надежности, экономичности и обеспечения устойчивости электроэнергетических систем
		И.ПК(У)-3.3	Принимает решения об изменении параметров настройки режимной, противоаварийной и сетевой автоматики с целью обеспечения требований к технологическому функционированию энергосистем	ПК(У)- 3.331	Знает: назначение, принципы выполнения, порядок обслуживания устройств (комплексов) релейной защиты и автоматики
				ПК(У)- 3.3У2	Умеет: выполнять расчет уставок устройств релейной защиты
				ПК(У)- 3.3В2	Владеет: методиками выбора настроек устройств релейной защиты и автоматики

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине			Индикатор до- стижения компе- тенции
Код	Наименование		
РД 1	Анализировать влияние автоматических систем управления на пара- метры режима работы и надежность электроэнергетической системы		И.ПК(У)-2.3
РД2	Проектировать системы управления объектами электроэнергетиче- ских систем		И.ПК(У)-3.2
РД3	Осуществлять настройку цифровых (микропроцессорных) устройств управления и программирование логики их работы с использованием современных языков программирования высокого и низкого уровней		И.ПК(У)-3.3

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 (модуль) 1. Автоматизированные системы управления в электроэнергетике: назначение, принципы построения, основные особенности функционирования.	РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	26
Раздел (модуль) 2. Устройства управления функционированием электрических станций и подстанций.	РД1	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	10
		Самостоятельная работа	42
Раздел (модуль) 3. Особенности объектно-ориентированного программирования. Программирование контроллеров. Информационный уровень взаимодействия систем управления.	РД3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	10
		Самостоятельная работа	42
Раздел (модуль) 4. Проектирование автоматизированных систем управления.	РД1, РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	42

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Автоматизированные системы управления в электроэнергетике: назначение, принципы построения, основные особенности функционирования.

Темы лекций:

1. Задачи, решаемые автоматизированными системами управления. Структура автоматизированных систем управления.
2. Система сбора и обработки информации. Контроллеры, модули устройств сопряжения с объектом (УСО). Типы входных и выходных сигналов. Типовые сигналы для управления электрооборудованием. Схемы подключения.

Темы практических занятий:

1. Изучение принципов работы элементов, формирующих схему работы автоматизированных систем управления: микропроцессор, контроллеры, модули УСО.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование схемы управления высоковольтным выключателем.

Раздел 2. Устройства управления функционированием электрических станций и подстанций.
--

Темы лекций:

1. Автоматика пуска и включения на параллельную работу синхронных генераторов. Автоматическое регулирование частоты и активной мощности синхронных генераторов.
2. Автоматическое регулирование напряжения и реактивной мощности синхронных генераторов. Автоматическое регулирование напряжения и реактивной мощности в электрических сетях.

Темы практических занятий:

1. Изучение принципов определения настроек систем управления функционированием электрических станций и подстанций, выполненной на микропроцессорной элементной базе.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование системы управления регулированием частоты и активной мощности синхронных генераторов.
2. Исследование автоматических регуляторов возбуждения пропорционального и сильного действия.

Раздел 3. Особенности объектно-ориентированного программирования. Программирование контроллеров. Информационный уровень взаимодействия систем управления.
--

Темы лекций:

1. Объектно-ориентированное программирование: типы данных, классы, наследование и др. Язык программирования Си. Программирование контроллеров. Язык программирования Ассемблер.
2. Информационный уровень взаимодействия систем управления. SCADA-системы.

Темы практических занятий:

1. Изучение структуры программного обеспечения: технологические языки программирования контроллеров, иерархия, взаимодействие, SCADA-системы.

Названия лабораторных работ:

1. Разработка программы контроллера: управление периферией, обмен данными, таймеры.
2. Разработка программы на языке Си, реализующей автоматический регулятор возбуждения, с графическим редактором.

Раздел 4. Проектирование автоматизированных систем управления.

Темы лекций:

1. Требования, предъявляемые к работе автоматизированных систем управления в электроэнергетике.
2. Базовая нормативно-техническая документация, используемая при проектировании автоматизированных систем управления электроэнергетике. Средства проектирова-

ния автоматизированных систем управления в электроэнергетике.

Темы практических занятий:

1. Изучение нормативно-технической документации для проектирования автоматизированных систем управления в электроэнергетике: принципиальные и монтажные схемы. Структура проекта. Методика автоматизированного проектирования.

Названия лабораторных работ:

1. Разработка программы микроконтроллера, реализующей автоматическую систему регулирования частоты и мощности.

Тематика курсовой работы: «Проектирование системы возбуждения синхронного генератора»

Выбор варианта для расчетного раздела курсовой работы осуществляется в соответствии с номером студента в учебном журнале, например:

№ варианта	Тема работы
1	Проектирование системы возбуждения с возбудителем ВJ30 и автоматического регулятора возбуждения синхронного генератор мощностью 25 МВА
2	Проектирование системы возбуждения с возбудителем NA143A и автоматического регулятора возбуждения синхронного генератор мощностью 35,29 МВА
3	Проектирование системы возбуждения с возбудителем WMA и автоматического регулятора возбуждения синхронного генератор мощностью 51,2 МВА
4	Проектирование системы возбуждения с возбудителем GFA4 и автоматического регулятора возбуждения синхронного генератор мощностью 75 МВА
5	Проектирование системы возбуждения с возбудителем NA101 и автоматического регулятора возбуждения синхронного генератор мощностью 100 МВА
6	Проектирование системы возбуждения с возбудителем NA101 и автоматического регулятора возбуждения синхронного генератор мощностью 125 МВА
7	Проектирование системы возбуждения с возбудителем WMA и автоматического регулятора возбуждения синхронного генератор мощностью 147,1 МВА
8	Проектирование системы возбуждения с возбудителем NA101 и автоматического регулятора возбуждения синхронного генератор мощностью 160 МВА
9	Проектирование системы возбуждения с возбудителем NA101 и автоматического регулятора возбуждения синхронного генератор мощностью 192 МВА
10	Проектирование системы возбуждения с возбудителем WMA и автоматического регулятора возбуждения синхронного генератор мощностью 330 МВА
11	Проектирование системы возбуждения с возбудителем BRLS и автоматического регулятора возбуждения синхронного генератор мощностью 384 МВА
12	Проектирование системы возбуждения с возбудителем BRLS и автоматического регулятора возбуждения синхронного генератор мощностью 410 МВА
13	Проектирование системы возбуждения с возбудителем NA143A и автоматического регулятора возбуждения синхронного генератор мощностью 448 МВА
14	Проектирование системы возбуждения с возбудителем ALTHYREX и автоматического регулятора возбуждения синхронного генератор мощностью 512 МВА
15	Проектирование системы возбуждения с возбудителем BBC и автоматического регулятора возбуждения синхронного генератор мощностью 552 МВА
16	Проектирование системы возбуждения с возбудителем ALTHYREX и автоматического регулятора возбуждения синхронного генератор мощностью 590 МВА
17	Проектирование системы возбуждения с возбудителем WTA и автоматического регулятора возбуждения синхронного генератор мощностью 835 МВА
18	Проектирование системы возбуждения с возбудителем BRLS и автоматического регулятора возбуждения синхронного генератор мощностью 233 МВА
19	Проектирование системы возбуждения с возбудителем BBC и автоматического регулятора возбуждения синхронного генератор мощностью 270 МВА
20	Проектирование системы возбуждения с возбудителем ALTHYREX и автоматического регулятора возбуждения синхронного генератор мощностью 896 МВА

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;
- Выполнение курсовой работы или проекта, работа над междисциплинарным проектом;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Старшинов В. А. Электрическая часть электростанций и подстанций: учебное пособие / В. А. Старшинов – Москва: Издательский дом МЭИ, 2019. – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента". – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012611.html> (дата обращения: 19.05.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Дьяков А. Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем: учеб. пособие для вузов / А. Ф. Дьяков. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2017. – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента". – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011614.html> (дата обращения: 19.05.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Тюкачев, Н. А. С#. Основы программирования: учебное пособие / Н. А. Тюкачев, В. Г. Хлебостроев. – 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 272 с. – ISBN 978-5-8114-2567-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/104962> (дата обращения: 19.05.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – Москва: ЭНАС, 2016. – 280 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/104555> (дата обращения: 19.05.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Цифровой моделирующий комплекс реального времени электроэнергетических систем «REAL-TIME DIGITAL SIMULATOR (RTDS)»: учебное пособие / М. В. Андреев, Н. Ю. Рубан, А. А. Суворов [и др.]. – Томск: ТПУ, 2016. – 158 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/107715> (дата обращения: 19.05.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Карапетян И. Г. Справочник по проектированию электрических сетей: справочник / И. Г. Карапетян, Д. Л. Файбисович, И. М. Шапиро; под редакцией Д. Л. Файбисовича. – 4-е изд. – Москва: ЭНАС, 2017. – 376 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/104578> (дата обращения: 19.05.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2 Информационное и программное обеспечение

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

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

2. Полнотекстовые и реферативные базы данных для студентов и сотрудников ТПУ.
URL: <https://www.lib.tpu.ru/html/full-text-db>

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

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic
2. Document Foundation Libre Office
3. MDK-Lite Version 5.26.2.0 Лицензия MDK-ARM Flex Floating

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

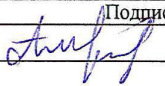
В учебном процессе используется следующее оборудование для практических и занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 346	Компьютер - 1 шт.; телевизор - 1 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт.; комплект учебной мебели на 46 посадочных мест.
2	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 320	Компьютер - 31 шт.; проектор - 2 шт. Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; шкаф для документов - 2 шт.; Устройство релейной защиты фидера MRA4A0AB серии HighPROTEC - 2 шт.; Лабораторный комплекс "Передача команд противоаварийной автоматики в энергосистемах" - 1 шт.; Устройство релейной защиты двигателя DTSC-50-50B - 1 шт.; Woodward LS-5 (контроллер для управления и защиты выключателя) - 1 шт.; Устройство релейной защиты фидера MFR11/SC+N серии Multifunction relays - 1 шт.; Распределительный шкаф RAL 7035 - 5 шт.; Лаборат.учебный стенд для проверки оборудования передачи команд релейной защиты - 1 шт.; Конвейер ленточный (прямой) 1400/300 - 1 шт.; Устройство релейной защиты, контроля и управления выключателем DTSC-200 - 1 шт.; Устройство релейной защиты по напряжению и частоте MRU4A0AB серии HighPROTEC - 1 шт.; Комплекс "НЕБА" - 1 шт.; Устройство дифференциальной релейной защиты трансформатора MRDT4 серии HighPROTEC - 1 шт.; Устройство релейной защиты воздушных и кабельных линий CSP2-L с панелью контроля и управления CMP1 серии System Line - 2 шт.; Устройство дифференциальной релейной защиты блока генератора трансформатор ESDR4T серии Multifunction relays - 1 шт.; Синхронизатор SPM-D10/YB - 1 шт.; Устройство релейной защиты и управления генератором MFR15/SYN-1 серии Multifunction relays - 1 шт.; Модуль мониторинга температуры TUG416B/SU серии Multifunction relays - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, специализация

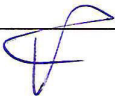
«Управление режимами электроэнергетических систем» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭЭ ИШЭ		Андреев М.В.

Программа одобрена на заседании Отделения электроэнергетики и электротехники (протокол от «25» июня 2020 г. № 6).

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

 А.С. Ивашутенко