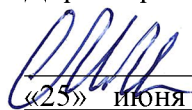


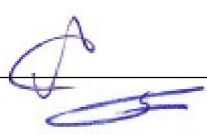
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШЭ

 Матвеев А.С.
«25» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Противоаварийная автоматика электроэнергетических систем			
Направление подготовки	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа	Цифровая энергетика		
Специализация	Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	32	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч		152	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ ИШЭ
И.о. заведующего кафедрой – руководителя отделения на правах кафедры ОЭЭ Руководитель ООП			Ивашутенко А.С.
			Бацева Н.Л.
			Рубан Н.Ю.

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 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
ПК (У)-4	Способен обеспечивать эффективную эксплуатацию электрооборудования объектов электроэнергетики, включая цифровые подстанции, микропроцессорные защиты и комплексы противоаварийной автоматики, телемеханики	И.ПК(У)-4.1	Выполняет техническое обслуживание электрооборудования, электротехнических устройств и комплексов	ПК (У)-4.131	Знает технологию выполнения работ по техническому обслуживанию, наладке, испытаниям электрооборудования, электротехнических устройств и комплексов; схемы, принцип работы, конструктивные особенности, нормальные и допустимые режимы эксплуатации; характерные признаки повреждений; методы определения и поиска неисправностей
				ПК (У)-4.1У1	Умеет выявлять дефекты, определять причины неисправности; определять пригодность устройств к дальнейшей эксплуатации; пользоваться измерительной аппаратурой; анализировать статистику отказов оборудования
				ПК (У)-4.1В1	Владеет опытом контроля технического состояния оборудования в соответствии с заводскими характеристиками; сбора данных, контроля и учета неисправностей оборудования в процессе эксплуатации; составления схем замещения, подготовки и выполнения расчетов в соответствии с действующими нормативными документами

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части вариативного 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	Применяет актуальную нормативно-техническую документацию в области эксплуатации противоаварийной автоматики электроэнергетических систем	И.ПК(У)-2.1
РД-2	Способен обеспечить ввод в эксплуатацию и техническое обслуживание микропроцессорных устройств противоаварийной автоматики электроэнергетических систем	И.ПК(У)-4.1
РД-3	Способен обеспечить перепрограммирование и настройку микропроцессорных устройств противоаварийной автоматики электроэнергетических систем	И.ПК(У)-4.1

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. Положения по структуре и назначению системы противоаварийной автоматики электроэнергетических систем.	РД-1	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	40
Раздел 2. Управляющие воздействия, их эффективность и исполнение	РД-1, РД-2, РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	46
Раздел 3. Средства противоаварийного управления	РД-2, РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	24
Раздел 4. Специальные устройства автоматики для предотвращения возникновения и развития аварий в энергосистемах	РД-2, РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	42

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Положения по структуре и назначению системы противоаварийной автоматики электроэнергетических систем.
--

Изучение положений по структуре и назначению системы противоаварийной автоматики электроэнергетических систем.

Темы лекций:

1. Положения по структуре и назначению системы противоаварийной автоматики электроэнергетических систем (ЭЭС): цели и задачи противоаварийной автоматики; возможные нарушения режима работы электроэнергетических систем без противоаварийной

автоматики; Принципы построения системы противоаварийной автоматики.

2. Модели отдельных элементов электроэнергетической системы, используемые для анализа установившихся и переходных режимов. Комплексные модели частей электроэнергетической системы. Предельная передаваемая мощность. Установившееся послеаварийное состояние и переход к нему с изменением частоты. Устойчивость по частоте. Устойчивость по напряжению. Термическая устойчивость элементов энергосистемы.

Темы практических занятий:

1. Задачи противоаварийного управления, основные нормативные материалы для обеспечения надежности энергосистем

Названия лабораторных работ:

1. Исследование переходного процесса при возмущении в электрической сети.
2. Анализ воздействия регуляторов частоты вращения генераторов на переходные процессы в энергосистеме.

Раздел 2. Управляющие воздействия, их эффективность и исполнение

Изучение управляющих воздействий, их эффективности и исполнения.

Темы лекций:

1. Характеристика видов управляющих воздействий. Влияние управляющих воздействий в послеаварийных состояниях ЭЭС. Влияние управляющих воздействий на переходный процесс от исходного состояния к квазиустановившемуся.
2. Исполнение управляющих воздействий на электростанции. Исполнение управляющих воздействий в электрической сети. Передача информации для противоаварийной автоматики. Пусковые органы, выявляющие аварийное возмущение.

Темы практических занятий:

1. Особенности управления для обеспечения устойчивости энергосистем, соединенных слабыми связями

Названия лабораторных работ:

1. Отключение генераторов как средство сохранения устойчивости.
2. Электрическое торможение как средство сохранения устойчивости.

Раздел 3. Средства противоаварийного управления
--

Анализ средств противоаварийного управления.

Темы лекций:

1. Структуры, взаимодействие и резервирование в противоаварийной автоматике. Пусковые органы, выявляющие аварийный режим. Алгоритмы расчета управляющих воздействий (УВ) для устойчивости параллельной работы. Методы и виды моделей и алгоритмов.
2. Функционирование алгоритма в реальном времени. Исходные положения расчета УВ по предел-модели. Расчет и оптимизация управляющих воздействий. Расчет и оптимизация УВ в трехузловой эквивалентной схеме.

Темы практических занятий:

1. Принципы построения устройств противоаварийной автоматики

Названия лабораторных работ:

1. Аварийное регулирование турбин как средство для сохранения устойчивости.

Раздел 4. Специальные устройства автоматики для предотвращения возникновения и развития аварий в энергосистемах
--

Изучение специальных устройств автоматики для предотвращения возникновения и развития аварий в энергосистемах.

Темы лекций:

1. Условия работы современных энергосистем. Последствия нарушения устойчивости. Условная последовательность действия устройств автоматики, снижающих вероятность

развития аварии. Автоматическое повторное включение. Автоматическое включение резерва. Автоматическое управление активной мощностью для сохранения устойчивости. Автоматика ликвидации асинхронного режима.

2. Автоматическая частотная разгрузка. Статические и динамические характеристики энергосистем при дефиците мощности. Последствия снижения частоты в энергосистемах. Выбор параметров устройств автоматической частотной разгрузки. Аппаратура для выполнения автоматической частотной разгрузки.

Темы практических занятий:

1. Специальные устройства автоматики для предотвращения возникновения и развития аварий в энергосистемах

Названия лабораторных работ:

1. Исследование возмущений, приводящих к асинхронному режиму и анализ результатов расчета с целью определения исходных данных для выбора и настройки параметров устройств АЛАР.

2. Анализ процессов изменения частоты при дефиците мощности и исчерпанию резерва. Моделирование и анализ АЧР.

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;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к лабораторным работам;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Вайнштейн, Р. А. Автоматическое управление электроэнергетическими системами в нормальных и аварийных режимах: учебное пособие. В 2 частях. Часть 1 / Р. А. Вайнштейн, В. В. Шестакова, И. М. Кац; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m317.pdf>. – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.

2. Вайнштейн Р. А. Автоматическое управление электроэнергетическими системами в нормальных и аварийных режимах: учебное пособие В 2 частях. Часть 2 / Р. А. Вайнштейн, В. В. Шестакова, И. М. Кац; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m318.pdf>. – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.

3. Овчаренко Н. И. Автоматика энергосистем: учебник для вузов / Н. И. Овчаренко. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2017. – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента". – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011171.html>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. ГОСТ Р 55105-2019 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Нормы и требования» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/popular/>.

5. Постановление правительства РФ от 13.08.2018 (ред. 08.12.2018) "Об утверждении Правил технологического функционирования электроэнергетических систем и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации "[Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/popular/>.

Дополнительная литература

1. Дьяков А. Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем: учеб. пособие для вузов / А. Ф. Дьяков, Н. И. Овчаренко. – 2-е изд., стер. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2010. – 336 с. – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента". – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383004678.html>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Автоматика энергосистем: учебное пособие / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); сост. М. В. Андреев, Ю. С. Боровиков, А. С. Гусев, А. О. Сулайманов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m329.pdf>. – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.
3. Вайнштейн Р. А. Основы противоаварийной автоматики в электроэнергетических системах: учебное пособие / Р. А. Вайнштейн, Е. А. Пономарев, А. А. Наумов, Р. В. Разумов. – Томск; Чебоксары: Изд-во РИЦ СРЗАУ, 2015. – 180 с.
4. СТО 59012820.29.020.004-2018. Стандарт АО «СО ЕЭС». Релейная защита и автоматика. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика. Нормы и требования. Утверждён и введён в действие 30.03.2018. http://so-ups.ru/fileadmin/files/laws/standards/st_pa_300318_1.pdf. Режим доступа: свободный.
5. СТО 56947007-33.040.20.142-2013. Типовые алгоритмы локальных устройств противоаварийной автоматики (ПА) (ФОЛ, ФОДЛ, ФОТ, ФОДТ, ФОБ). Утверждён и введён в действие 20.07.2013. https://www.fsk-ees.ru/upload/docs/35.89_sto_56947007-3304020142-2013.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. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic, Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic
2. Document Foundation LibreOffice
3. Adobe Acrobat Reader DC
4. Google Chrome
5. RastrWin3 Student
6. Zoom Zoom

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование для практических и лабораторных 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, 316	Комплект учебной мебели на 40 посадочных мест Компьютер - 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, 328	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 98 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
3	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 127	Комплект учебной мебели на 33 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Тумба подкатная - 2 шт.; Компьютер – 47 шт.
4	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 126	Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест; Компьютер - 20 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника / «Цифровая энергетика» профиль «Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем» (прием 2020 г., очная форма)

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭЭ		Рубан Н.Ю.

Программа одобрена на заседании выпускающего отделения электроэнергетики и электротехники ИШЭ (протокол от «25» 06 2020 г. № 6).

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

 /А.С. Ивашутенко/
подпись