

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

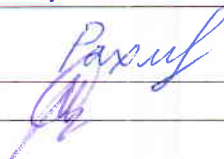
УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШЭ

Матвеев А.С.

«___» _____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Качество электрической энергии в системах электроснабжения			
Направление подготовки/специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	“Electric Power Generation and Transportation” (Производство и транспортировка электрической энергии)		
Специализация	“Electric Power Generation and Transportation” (Производство и транспортировка электрической энергии)		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	2
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	4		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	24	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		60	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	зачет	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ ИШЭ
И.о. заведующего кафедрой - руководителя ОЭЭ на правах кафедры			Ивашутенко А.С.
Руководитель ООП			Рахматуллин И.А.
Преподаватель			Сурков М.А.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного 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)-1	Способен выполнять инженерные проекты с применением оригинальных методов проектирования для достижения новых результатов, обеспечивающих конкурентные преимущества электроэнергетического и электротехнического производства в условиях жестких экономических и экологических ограничений.	И.ПК(У)-1.7	Проводит инновационные инженерные исследования в области оптимизации качества электрической энергии в системах электроснабжения.	ПК(У)-1.7В1	использования специализированного программного обеспечения для решения профессиональных задач
				ПК(У)-1.7У1	рационально использовать сырьевые, энергетические и другие виды ресурсов на электроэнергетическом и электротехническом производствах
				ПК(У)-1.7З1	основных способов выработки электроэнергии; технологии производства электроэнергии на тепловых, атомных, гидравлических, ветряных электростанциях; нетрадиционные и возобновляемые источники электроэнергии
ПК(У)-5	Способен реализовывать меры по обеспечению качества электрической энергии и энергосбережению	И.ПК(У)-5.2	Применяет ресурсо-эффективный и берегающий подход при проектировании и эксплуатации объектов электроэнергетики	ПК(У)-5.2В1	Инструментального определения показателей потребления и качества электрической энергии
				ПК(У)-5.2У1	Анализировать причины ухудшения показателей качества электрической энергии и оценивать эффективность мер по энергосбережению
				ПК(У)-5.2З1	Нормативно-правовые акты, методические материалы по вопросам обеспечения качества электрической энергии и ее сбережения
		И.ПК(У)-5.3	Применяет углубленные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в междисциплинарном контексте в инновационной инженерной деятельности в области качества электрической энергии в системах электроснабжения	ПК(У)-5.3В1	работы с технической документацией и стандартами
				ПК(У)-5.3У1	решать комплексные проблемы на основе интеграции различных методов и методик с целью достижения определенного результата
				ПК(У)-5.3З1	стандартов, ГОСТов и нормативных материалов, регламентирующих работу электроэнергетических и электротехнических объектов и систем

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 2 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине	Индикатор
---	-----------

Код	Наименование	достижения компетенции
РД 1	Применять специальные технические устройства для определения показателей качества в системе электроснабжения	И.ПК(У)-1.7 И.ПК(У)-5.2
РД 2	Анализировать соответствие измеренных показателей качества электроэнергии нормативным и регламентирующим документам	И.ПК(У)-5.2 И.ПК(У)-5.3
РД 3	Умеет устанавливать причины ухудшения показателей качества электроэнергии	И.ПК(У)-1.7 И.ПК(У)-5.2 И.ПК(У)-5.3
РД 4	Предлагать мероприятия по улучшению показателей качества и аргументировать необходимость их проведения	И.ПК(У)-1.7 И.ПК(У)-5.2 И.ПК(У)-5.3

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 1. Оценка качества электроснабжения потребителей	РД 1, РД 2	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	16
Раздел 2. Показатели качества процесса электроснабжения. Надежность	РД 1, РД 3	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	24
Раздел 3. Показатели качества процесса электроснабжения. Качество электроэнергии	РД 2-РД 4	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	28
Раздел 4. Показатели качества процесса электроснабжения. Энергоэффективность	РД 3, РД 4	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	28

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Оценка качества электроснабжения потребителей

О понятии «качество электроснабжения», требования к качеству электроснабжения, виды ущербов, обусловленных низким качеством электроснабжения, принципы экономического обоснования повышения качества электроснабжения, ответственность виновников нарушения качества электроснабжения.

Темы лекций:

1. О понятии «качество электроснабжения». Оценка качества электроснабжения в сетях потребителей

Темы практических занятий:

1. Принципы экономического обоснования повышения качества электроснабжения
2. Требования к качеству электроснабжения, виды ущербов, обусловленных низким качеством электроснабжения.

Темы лабораторных занятий:

1. Измерение параметров и показателей качества электрической энергии в трехфазной сети с использованием измерителя параметров и показателей качества электроэнергии ЭРИС-КЭ.06;
2. Просмотр и оформление результатов измерений параметров и показателей качества электрической энергии в трехфазной сети с использованием измерителя параметров и показателей качества электроэнергии ЭРИС-КЭ.06;

Раздел 2. Показатели качества процесса электроснабжения. Надежность
--

Характеристики надежности элементов СЭС, законы распределения статистических величин, долговечность электротехнического оборудования, оценка надежности электроснабжения узлов нагрузки, оценка надежности простых структур, оценка надежности сложных структур, способы оценки ущербов, вызванных перерывами электроснабжения, повышение надежности электроснабжения (потребитель промышленный, городской, сельскохозяйственный).

Темы лекций:

1. Основные понятия и определения теории надежности. Причины и характер отказов объектов.

Темы практических занятий:

1. Характеристики надежности элементов СЭС, законы распределения статистических величин, долговечность электротехнического оборудования
2. Оценка надежности электроснабжения узлов нагрузки, оценка надежности простых структур.
3. Оценка надежности сложных структур, способы оценки ущербов, вызванных перерывами электроснабжения.
4. Повышение надежности электроснабжения (потребитель промышленный, городской, сельскохозяйственный).

Раздел 3. Показатели качества процесса электроснабжения. Качество электроэнергии

Стандартизация качества электрической энергии, мониторинг качества электрической энергии, интегральная вероятность отклонений ПКЭ, искажение синусоидальности, отклонения частоты, установившиеся отклонения напряжений, несимметрия напряжений, колебание напряжений, перенапряжения и провалы напряжений, импульсы напряжения.

Темы лекций:

1. Показатели качества процесса электроснабжения. Качество электроэнергии.

Темы практических занятий:

1. Отклонение напряжения в сетях потребителей электрической энергии. Расчёт и нормирование.
2. Несимметрия напряжений и токов в узлах нагрузки потребителей. Расчёт и нормирование.

3. Искажение несинусоидальности в сетях потребителей с резкопеременным характером нагрузки. Расчёт и нормирование.
4. Динамические показатели качества электрической энергии. Колебания напряжений, перенапряжения и провалы напряжений, импульсы напряжения. Измерения и нормирование.

Лабораторные работы:

1. Регулирование напряжения путем продольной компенсации реактивной мощности с помощью конденсаторной батареи.
2. Регулирование напряжения путем поперечной компенсации реактивной мощности с помощью конденсаторной батареи.
3. Симметрирование напряжений с помощью конденсаторной батареи;
4. Симметрирование напряжений с помощью конденсаторной батареи;

Раздел 4. Показатели качества процесса электроснабжения. Энергоэффективность

Коэффициент полезного действия, коэффициент загрузки оборудования, потери мощности в элементах систем электроснабжения, нормативные потери.

Темы лекций:

1. Показатели качества процесса электроснабжения. Энергоэффективность.

Темы практических занятий:

1. Коэффициент полезного действия, коэффициент загрузки оборудования, определение потерь мощности в элементах систем электроснабжения.
2. Нормативные потери. Законодательные акты в сфере регулирования энергоэффективности

Лабораторные работы:

1. Компенсация высших гармоник тока с помощью фильтрокомпенсирующего устройства
2. Компенсация высших гармоник тока с помощью фильтрокомпенсирующего устройства

5. Организация самостоятельной работы студентов

Основные виды и формы самостоятельной работы

5. Организация самостоятельной работы студентов

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

- работа с лекционным материалом, материалом практических занятий, лабораторных работ, поиск и анализ источников информации по теме реферата (исследования);
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную работу;
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение отчётов по практическим работам, решение практических задач;
- выполнение реферата (исследования);
- подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Chowdhury, A. A. Power Distribution System Reliability: Practical Methods and Applications / A. A. Chowdhury, D. O. Koval. – Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc., 2010. – 539 p. – ISBN: 9780470292280. – Схема доступа: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470459355>
2. Masoum M. A. S., Fuchs E. Power quality in power systems and electrical machines (Second edition). – Academic press, 2015. – Схема доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128007822000014>
3. Chattopadhyay S., Mitra M., Sengupta S. Electric power quality //Electric Power Quality. – Springer, Dordrecht, 2011. – Схема доступа: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-0635-4_2
4. Jin T. Reliability Engineering and Service/ T. Jin. – Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc., 2018. – 534 p. – ISBN: 9781119167020. – Схема доступа: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119167020>

Дополнительная литература

1. Лукутин Б.В. Качество электрической энергии. Лабораторный практикум: учебное пособие для вузов / Б. В. Лукутин, И. О. Муравлев, А. А. Муравлёв; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — 87 с.: ил. — Библиогр. с. 83.
2. Карташев И.И., Управление качеством электроэнергии : учебное пособие / И.И. Карташев, В.Н. Тульский, Р.Г. Шамонов и др.; под ред. Ю.В. Шарова - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - 347 с. - ISBN 978-5-383-01074-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010747.html> (дата обращения: 05.11.2020). - Режим доступа : по подписке.
3. Волков Н.Г. Качество электроэнергии в системах электроснабжения: учебное пособие / Н. Г. Волков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — 152 с.: ил. — Библиогр. с. 149.
4. ГОСТ 32144-2013 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».
5. ГОСТ ИЕС 61000-4-30—2017 «Методы испытаний и измерений. Методы измерений качества электрической энергии».

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

Информационно-справочные системы:

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>;
2. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>;
3. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>;
4. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>;
5. Электронно-библиотечная система Wiley Online Library <https://onlinelibrary.wiley.com/>.

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

1. Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic.
2. Document Foundation LibreOffice.

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, д. 7, 312	Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 56 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, д. 7, 126	Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест; Компьютер - 20 шт.
3	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, д. 7, 238	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Стол лабораторный - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест; Портативный анализатор количества и качества электрической энергии - 3 шт.; Лабораторный стенд для исследования параметров электрической энергии в 3-х фазных цепях - 1 шт.; Лабораторный стенд "Исследования параметров электрической энергии в трехфазных цепях". - 2 шт.; Лабораторный стенд "Исследования параметров электрической энергии в трехфазных цепях" - 1 шт.; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника "Electric Power Generation and Transportation" (Производство и транспортировка электрической энергии) приема 2019 г., очная форма обучения.

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭЭ		Сурков М.А.

Программа одобрена на заседании Отделения электроэнергетики и электротехники (протокол от «27» июня 2019 г. № 6).

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

_____/ Ивашутенко А.С./

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭЭ (протокол)
2019/2020 учебный год	1. Изменено содержание разделов рабочей программы дисциплины «Качество электрической энергии в системах электроснабжения»; 2. Обновлено программное обеспечение.	От 27.06.2019 г. № 6.