

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

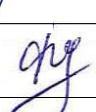
УТВЕРЖДАЮ

Директор Инженерной школы
 энергетики

 А.С. Матвеев
 «30» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ			
Направление подготовки/ специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Электроснабжение и альтернативная энергетика		
Специализация	Оптимизация развивающихся систем электроснабжения		
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	8	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	24	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		168	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ
И.о. заведующего кафедрой – руководителя отделения на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель			Ивашутенко А.С.
			Рахматуллин И.А.
			Герасимов Д.Ю.

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)-4	Способен разрабатывать, реализовывать и осуществлять контроль выполнения технических и организационных мероприятий, направленных на энергосбережение и повышение энергетической эффективности	И.ПК(У)-4.1	Проводит инструментальные измерения и верификацию энергетической эффективности систем электроснабжения объектов и технологических установок	ПК(У)-4.131	Знаком с правилами проведения технического обследования систем электроснабжения объектов и технологических установок
				ПК(У)-4.1У1	Умеет определять методы и границы измерений потребления энергетических ресурсов
				ПК(У)-4.1В1	Владеет навыками проведения инструментальных измерений потребления энергетических ресурсов
ПК(У)-6	Способен осуществлять планирование работ по безопасной эксплуатации и своевременному ремонту электроэнергетического оборудования	И.ПК(У)-6.1	Разрабатывает мероприятия по повышению надежности и экономичности работы электроэнергетического оборудования	ПК(У)-6.131	Знает схемы, конструкции, характеристики, технико-экономические показатели и особенности эксплуатации при нормальных, аварийных, послеаварийных и ремонтных режимах работы электроэнергетического оборудования
				ПК(У)-6.1У1	Умеет планировать работы по эксплуатации электроэнергетического оборудования
				ПК(У)-6.1В1	Владеет опытом оценки технического состояния электроэнергетического оборудования, прогнозирования надежности его эксплуатации
				ПК(У)-6.132	Знает состояние и тенденции развития современного электроэнергетического оборудования
				ПК(У)-6.1У2	Умеет выбирать новое энергетическое оборудование для замены устаревшего в процессе эксплуатации
				ПК(У)-6.1В2	Владеет опытом анализа технических характеристик нового электроэнергетического оборудования и обоснования его выбора

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина «Качество электроэнергии» относится к вариативной части 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	Ставить и решать задачи инженерного анализа в области организации и проведения инструментальных измерений и технического обследования систем электроснабжения объектов и технологических установок	И.ПК(У)-4.1
РД 2	Использовать на практике навыки для разработки технических и организационных мероприятий, направленных на повышение надежности и экономичности работы электроэнергетического оборудования	И.ПК(У)-6.1

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 ¹	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Государственный стандарт на качество электрической энергии и его контроль	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные работы	4
		Самостоятельная работа	32
Раздел (модуль) 2. Влияние качества электрической энергии на работу электрооборудования	РД2	Лекции	3
		Практические занятия	6
		Лабораторные работы	8
		Самостоятельная работа	68
Раздел (модуль) 3. Способы и средства ограничения отклонений показателей качества электроэнергии от заданного уровня	РД2	Лекции	3
		Практические занятия	2
		Лабораторные работы	12
		Самостоятельная работа	68

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Государственный стандарт на качество электрической энергии и его контроль

Предмет, цели и задачи дисциплины. Основные положения государственного стандарта на качество электрической энергии. Показатели качества электроэнергии. Нормально допустимые и предельно допустимые значения. Контроль качества электроэнергии. Экспериментальное оборудование. Задачи контроля. Основные правила.

Темы лекций:

1. Государственный стандарт на качество электрической энергии.
2. Контроль качества электроэнергии.

Темы практических занятий:

1. Основы расчета численных значений показателей качества электроэнергии.
2. Расчет электрической сети по условию допустимой потери напряжения и построение эпюры отклонений напряжения.
3. Расчет математического ожидания установившегося отклонения напряжения и построение гистограммы отклонения напряжения.

Темы лабораторных работ:

1. Проведение инструментальных измерений показателей качества электроэнергии.

Раздел 2. Влияние качества электрической энергии на работу электрооборудования

Влияние качества электрической энергии на работу электрооборудования. В качестве электрооборудования рассматриваются асинхронные и синхронные электродвигатели, электротехнологические установки, искусственные источники света, конденсаторные установки и т.д.

Темы лекций:

1. Влияние установившегося отклонения напряжения.
2. Влияние колебаний напряжения.
3. Доза фликера и ее влияние на организм человека.
4. Влияние несинусоидальных режимов, несимметрии напряжения и отклонения частоты.

Темы практических занятий:

¹ Общая трудоёмкость контактной работы и виды контактной работы в соответствии учебным планом

1. Расчет токовой перегрузки батарей конденсаторов токами высших гармоник.
2. Расчет фазных напряжений при наличии и отсутствии нейтрального провода в случае несимметричной нагрузки по фазам.

Темы лабораторных работ:

1. Влияние отклонений напряжения на характеристики асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
2. Влияние отклонений напряжения на характеристики искусственных источников света.

Раздел 3. Способы и средства ограничения отклонений показателей качества электроэнергии от заданного уровня

В данном разделе рассматриваются технические мероприятия, обеспечивающие ограничения отклонений показателей качества электроэнергии от заданного уровня.

Темы лекций:

1. Средства и способы снижения отклонений установившегося значения напряжения.
2. Регулирование напряжения в центре питания. Местное регулирование напряжения в распределительных сетях.
3. Средства и способы снижения колебаний напряжения, несинусоидальности напряжения и несимметрии напряжений.

Темы практических занятий:

1. Оценка ущербов обусловленных низким качеством электроэнергии.

Темы лабораторных работ:

1. Встречное регулирование напряжения.
2. Симметрирование напряжений с помощью конденсаторной батареи.
3. Регулирование напряжения путем продольной компенсации реактивной мощности.
4. Регулирование напряжения путем поперечной компенсации реактивной мощности.
5. Снижение генерации высших гармоник тока путем замены трехпульсового выпрямителя на шестипульсовый.
6. Компенсация высших гармоник тока с помощью фильтрокомпенсирующего устройства.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) 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;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам и к практическим занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. ГОСТ 32144-2013. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Стандартинформ, 2014.
2. Волков, Николай Георгиевич. Качество электроэнергии в системах электроснабжения: учебное пособие [Электронный ресурс] / Н.Г. Волков; Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 890 KB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m113.pdf>
3. Лукутин Б. В. Качество электроснабжения промышленных потребителей: учебное пособие [Электронный ресурс] / Б. В. Лукутин И. О. Муравлев, А. А. Муравлёв; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 4.8 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2014. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m315.pdf> .

Дополнительная литература:

1. Контроль и анализ качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения: сборник документов. — Москва: Альвис, 2013. — 122 с.: ил.. — Нормативные документы. — ISBN 978-5-904098-36-0.
2. Литвак В.В., Маркман Г.З., Харлов Н.Н. Энергосбережение и качество электрической энергии в энергосистемах: Учебное пособие (издание 2-е). – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 162 с.
3. Железко, Ю. С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии : руководство для практических расчетов [Электронный ресурс] / Железко Ю. С.. — Москва: ЭНАС, 2016. — 456 с.. — Книга из коллекции ЭНАС - Инженерно-технические науки.. — ISBN 978-5-93196-958-9. – Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/104575>.
4. Иванов В.С., Соколов В.И. Режимы потребления и качество электроэнергии систем электроснабжения промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 336 с.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Office 2016 Standard Russian Academic.
2. Mathcad 15 Academic Floating.
3. MATLAB Full Suite R2017b.

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, учебный корпус №8, поточная лекционная аудитория 331	Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 44 посадочных мест;
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, 7, учебный корпус №8, учебная аудитория 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, 7, учебный корпус №8, лаборатория 238	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Стол лабораторный - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. 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.;

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Электроснабжение и альтернативная энергетика»/ специализация «Оптимизация развивающихся систем электроснабжения» по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭЭ ИШЭ		Д.Ю. Герасимов

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

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


А.С. Ивашутенко
подпись