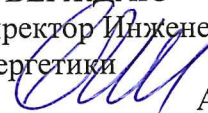


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор Инженерной школы
энергетики

 А.С. Матвеев
«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

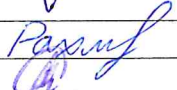
**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

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		96	
ИТОГО, ч		144	

Вид промежуточной
аттестации

зачет	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ
-------	---------------------------------	-----

И.о. заведующего кафедрой -
руководителя ОЭЭ на правах
кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

	Ивашутенко А.С.
	Рахматуллин И.А.
	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 (СУОС)	Наименование компетенции (СУОС)	Индикаторы достижения компетенции		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код	Наименование	Код	Владение опытом
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)-1.6	Выполняет инженерные проекты с применением оригинальных методов проектирования в системах энергоснабжения для достижения современных результатов, обеспечивающих конкурентные преимущества системы в условиях жестких экономических и экологических ограничений.	ПК(У)-1.6В1	подготовки исходных данных по заданному объекту
				ПК(У)-1.6У1	анализировать информацию о состоянии изделия, объекта, получаемую с помощью приборов и программно-технических комплексов
				ПК(У)-1.6З1	современных программно-технических комплексов, применяемых в энергетике и задачи, решаемые этими комплексами

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина «Энергоэффективность преобразования и транспортировки электроэнергии» 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 достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Применять углубленные естественнонаучные, математические и профессиональные знания для разработки моделей технологических процессов в электроэнергетике, проводит их расчет и анализ с использованием прикладного программного обеспечения, понимать влияние различных аспектов электроснабжения на технологические процессы предприятия.	И.6.ПК(У)-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 (модуль) 1. Основные положения курса	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные работы	4
		Самостоятельная работа	6
Раздел (модуль) 2. Энергетическая эффективность преобразования переменного тока в постоянный, эффективность электромеханического преобразования энергии	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные работы	4
		Самостоятельная работа	36
Раздел (модуль) 3. Энергоэффективность осветительных установок. Влияние отклонений напряжения и частоты питающей сети на режим работы асинхронной машины	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные работы	4
		Самостоятельная работа	24
Раздел (модуль) 4. Повышение энергетической эффективности систем электроснабжения, эффективность энергосберегающих мероприятий. Роль нетрадиционных источников в энергетике	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	10
		Лабораторные работы	4
		Самостоятельная работа	30

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основные положения курса

Предмет, цели и задачи дисциплины. Потери активной мощности в компенсирующих устройствах. Оптимизация потерь электроэнергии в сетях промышленных предприятий. Оптимизация потерь мощности и энергии в трансформаторах систем электроснабжения предприятий.

Темы лекций:

1. Основные положения курса. Оптимизация потерь электроэнергии в сетях промышленных предприятий.

Темы практических занятий:

1. Расчет и оптимизация потерь электроэнергии в сетях промышленных предприятий.

Лабораторные работы:

1. Исследование режимов работы моделируемой системы электроснабжения предприятий.

Раздел 2. Энергетическая эффективность преобразования переменного тока в постоянный, эффективность электромеханического преобразования энергии

Области использования постоянного тока на промышленных предприятиях. Выпрямительные установки на базе полупроводниковых вентилей. Блок-схема выпрямительной установки и ее функциональные составляющие. Потери мощности в элементах вентильного преобразователя. Анализ энергоэффективности преобразования переменного тока в постоянный с учетом пульсаций выпрямленного напряжения с помощью коэффициентов преобразования схемы по току, напряжению и мощности.

Эффективность преобразования энергии в двигателе, его коэффициент полезного действия и коэффициент мощности. Зависимость коэффициента полезного действия от отношения нагрузочных потерь к потерям холостого хода, коэффициента нагрузки и

относительных потерь в номинальном режиме. Влияние нагрузки на коэффициент полезного действия и коэффициент мощности асинхронного двигателя. Рациональные режимы эксплуатации асинхронных двигателей. Эффективность использования частотно-регулируемых электроприводов. Законы регулирования напряжения в зависимости от частоты. Энергетические характеристики двигателя в зависимости от формы выходного напряжения преобразователя частоты.

Темы лекций:

1. Области использования постоянного тока на промышленных предприятиях. Выпрямительные установки на базе полупроводниковых вентилей.
2. Эффективность преобразования энергии в двигателе.
3. Вентильные преобразователи. Частотно-регулируемые электроприводы.

Темы практических занятий:

1. Выпрямительные установки и ее функциональные составляющие.
2. Энергетические характеристики двигателя в зависимости от формы выходного напряжения преобразователя частоты.

Лабораторные работы:

1. Снижение величины потерь электроэнергии путем регулирования напряжения в промышленных электросетях

Раздел 3. Энергоэффективность осветительных установок. Влияние отклонений напряжения и частоты питающей сети на режим работы асинхронной машины

Разновидности источников света. Энергетические характеристики, преимущества и недостатки источников света. Зависимости энергетических и светотехнических параметров различных типов ламп от подводимого питания напряжения. Стабилизация напряжения питания источников света. Мероприятия по стабилизации уровня освещенности и энергоэкономичности.

Схема замещения асинхронного двигателя. Характеристики асинхронного двигателя при различных питающих напряжениях. Оптимизация потерь в асинхронном двигателе. Метод симметричных составляющих для анализа и расчетов несимметричных режимов в трехфазной цепи. Механические характеристики асинхронной машины в зависимости от скольжения. Оптимизация потерь при несимметрии питающих напряжений.

Темы лекций:

1. Разновидности источников света.
2. Оптимизация потерь в асинхронном двигателе.

Темы практических занятий:

1. Мероприятия по стабилизации уровня освещенности и энергоэкономичности.
2. Схема замещения асинхронного двигателя. Метод симметричных составляющих для анализа и расчетов несимметричных режимов в трехфазной цепи.

Лабораторные работы:

1. Компенсация реактивных нагрузок в системах электроснабжения промышленных предприятий.

Раздел 4. Повышение энергетической эффективности систем электроснабжения, эффективность энергосберегающих мероприятий.

Основные факторы, влияющие на величину напряжения в узлах нагрузки. Технические средства регулирования напряжения: трансформаторы, линейные регуляторы, управляемые батареи конденсаторов, синхронные двигатели. Оценка эффективности применения специальных технических средств. Методы снижения влияния резкопеременных нагрузок, вызывающих колебания напряжения.

Симметрирование несимметричных нагрузок с помощью несимметричной батареи конденсаторов. Симметрирование однофазных электроприемников с постоянным графиком

нагрузки. Улучшение симметрии напряжений трехфазной системы с помощью преобразования числа фаз. Симметрирование напряжений с помощью конденсаторов.

Показатели (индикаторы) эффективности энергосберегающей технологии и требования к ним. Метод факторного планирования и оптимизация эксперимента. Теория планирования оптимального эксперимента для решения многофакторных задач энергосбережения. Оценка возможности теории планирования эксперимента на примере исследования энергетических характеристик асинхронного двигателя в зависимости от его загрузки и отклонения напряжения от номинального.

Энергетическая составляющая в безопасности страны. Прогнозы развития экономики и энергетики.

Темы лекций:

1. Основные факторы, влияющие на величину напряжения в узлах нагрузки. Технические средства регулирования напряжения. Показатели (индикаторы) эффективности энергосберегающей технологии и требования к ним.

2. Улучшение симметрии напряжений трехфазной системы. Энергетическая составляющая в безопасности страны. Прогнозы развития экономики и энергетики.

Темы практических занятий:

1. Симметрирование несимметричных нагрузок.

2. Метод факторного планирования и оптимизация эксперимента. Теория планирования оптимального эксперимента для решения многофакторных задач энергосбережения.

Лабораторные работы:

1. Исследование и компенсация высших гармоник тока и напряжения в распределительных электросетях

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

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. [Лукутин, Борис Владимирович](http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m416.pdf). Энергоэффективность преобразования и транспортировки электроэнергии : учебное пособие [Электронный ресурс] / Б. В. Лукутин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИИ), Кафедра электроснабжения промышленных предприятий (ЭПП). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.5 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader.. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m416.pdf>

2. Бурман, А.П.. Основы современной энергетики : в 2 т. Том 2. Современная электроэнергетика : учебник / Бурман А.П. / Строев В.А.. — Москва: МЭИ, 2019. — с.. — ISBN 978-5-383-01338-0. — Схема доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013380.html>.
3. Конюхова, . Проектирование систем электроснабжения промышленных предприятий: (теория и примеры) : учебное пособие / Е.А. Конюхова. — Москва : РУСАЙНС, 2017. — 160 с. — ISBN 978-5-4365-1136-8. — Схема доступа: <https://ozon-st.cdn.ngenix.net/multimedia/1017753777.pdf>

Дополнительная литература:

1. [Лукутин, Борис Владимирович](#). Качество электрической энергии. Лабораторный практикум : учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Б. В. Лукутин, И. О. Муравлев, А. А. Муравлёв; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.3 МВ). — 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/2011/m176.pdf> (контент)
2. Сумарокова, Людмила Петровна. Электроснабжение промышленных предприятий : учебное пособие [Электронный ресурс] / Л. П. Сумарокова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИИ), Кафедра электроснабжения промышленных предприятий (ЭПП). — 1 компьютерный файл (pdf; 3.9 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — 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/2013/m107.pdf>
3. Кабышев, Александр Васильевич. Электроснабжение промышленных предприятий = Electrical supply of industrial enterprises : лабораторный курс : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. В. Кабышев, А. И. Муравлёв, Г. А. Низкодубов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.3 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Текст на английском языке. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader.. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m040.pdf>
4. [Климова, Галина Николаевна](#). Специальные вопросы электроснабжения промышленных предприятий : учебное пособие для вузов / Г. Н. Климова, А. В. Кабышев; Томский политехнический университет (ТПУ), Институт дистанционного образования (ИДО). — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — 184 с.: ил.. — Библиогр.: с. 140.

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. НЭЛБУК, Электронная библиотека (ЭБ) - <http://www.nelbook.ru/>;
2. Энергетика и промышленность России. Газеты, архив с 2007г.; На сайте имеется своя библиотека и нормативная документация <http://eprussia.ru/>;
3. Электронная электротехническая библиотека <http://electrolibrary.info/>;

4. Журнал «Энергобезопасность и энергосбережение» <http://endf.ru/>.

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 лабораторное 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 (учебная лаборатория) 634034 Томская область, г. Томск, Усова улица, д.7, 245	Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест; Шкаф для документов – 2 шт.; Стенд по электроснабжению - 5 шт.; Проектор - 1 шт.; Принтер - 1 шт.; Компьютер - 5 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034 Томская область, г. Томск, Усова улица, д.7, 328	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 98 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

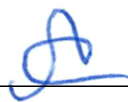
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника по профилю “Electric Power Generation and Transportation” (Производство и транспортировка электрической энергии) приема 2019 г., очная форма обучения.

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭЭ ИШЭ		М.А. Сурков

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


подпись

А.С.Ивашутенко

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭЭ (протокол)
2019/2020 учебный год	1. Изменено содержание разделов дисциплины «Энергоэффективность преобразования и транспортировки электроэнергии» 2. Обновлено программное обеспечение.	№ 6, 27.06.2019