

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

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

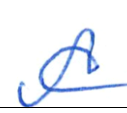
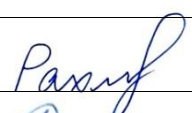
Направление подготовки/ специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Электроснабжение и альтернативная энергетика		
Специализация	Оптимизация развивающихся систем электроснабжения		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		60	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной
аттестации

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

И.о. заведующего кафедрой –
руководителя отделения 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)-3	Способен разрабатывать проекты систем электроснабжения объектов и технологических установок	И.ПК(У)-3.1	Разрабатывает модели технологических процессов в электроэнергетике, проводит их расчет и анализ	ПК(У)-3.1В1	Владеет опытом работы с прикладным программным обеспечением для моделирования процессов в электроэнергетике
				ПК(У)-3.1У1	Умеет применять методы компьютерного моделирования для моделирования и исследования электроэнергетических систем
				ПК(У)-3.1З1	Знает технологические процессы производства, распределения и потребления электрической энергии объектами и технологическими установками

2. Место дисциплины (модуля) 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 достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Выполнять технико-экономическое обоснование и анализ эффективности, разрабатывать рабочую конструкторскую документацию проектов в соответствии с существующими стандартами в области систем электроснабжения объектов и технологических установок	И.ПК(У)-3.1
РД 2	Разрабатывать и проектировать системы электроснабжения объектов и технологических установок, соответствующих современному уровню развития техники и технологий	И.ПК(У)-3.1

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. Основные положения курса	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные работы	4
		Самостоятельная работа	16
Раздел (модуль) 2. Энергетическая эффективность преобразования переменного тока в постоянный, эффективность электромеханического преобразования энергии	РД1 РД2	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Лабораторные работы	4
		Самостоятельная работа	24
Раздел (модуль) 3. Энергоэффективность осветительных установок. Влияние отклонений напряжения и частоты питающей сети на режим работы асинхронной машины	РД1 РД2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные работы	4
		Самостоятельная работа	24
Раздел (модуль) 4. Повышение энергетической эффективности систем электроснабжения, эффективность энергосберегающих мероприятий. Роль нетрадиционных источников в энергетике	РД1 РД2	Лекции	4
		Практические занятия	6
		Лабораторные работы	4
		Самостоятельная работа	12

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.

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

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;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. [Лукутин, Борис Владимирович](#). 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: (теорияипримеры) : учебноепособие / Е.А. Конюхо-ва. — 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

Internet-ресурсы:

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. 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 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, 7, учебный корпус №8, учебная аудитория 245	Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест; Шкаф для документов - 2 шт.; Компьютер - 5 шт.; Принтер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Стенд по электроснабжению - 5 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		М.А. Сурков

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