

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

**ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С
ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ**

Направление подготовки/ специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Электроснабжение и альтернативная энергетика		
Специализация	Возобновляемая энергетика		
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
ОПК(У)-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	И.ОПК(У)-1.1	Формулирует цели и задачи исследования	ОПК(У)-1.1В1	Владеет опытом постановки целей и задач исследования
				ОПК(У)-1.1У1	Умеет правильно формулировать цели и задачи исследования
				ОПК(У)-1.1З1	Знает научную проблематику в своей области знаний
ПК(У)-3	Способен разрабатывать проекты систем электроснабжения с возобновляемыми источниками энергии	И.ПК(У)-3.2	Производит выбор электрооборудования для систем электроснабжения объектов с возобновляемыми источниками энергии	ПК(У)-3.2В1	Владеет опытом разработки технических решений для выполнения требований по защите окружающей среды
				ПК(У)-3.2У1	Умеет применять методы обеспечения высокой экологической эффективности систем электроснабжения объектов и технологических установок
				ПК(У)-3.2З1	Знает требования законодательства РФ и нормативно-правовых актов, регламентирующих требования к эксплуатации систем электроснабжения объектов и технологических установок с учетом требований по защите окружающей среды
				ПК(У)-3.2В2	Владеет опытом анализа характеристик оборудования возобновляемой энергетики и обоснования его выбора
				ПК(У)-3.2У2	Умеет производить выбор электрооборудования систем электроснабжения с возобновляемыми источниками энергии
				ПК(У)-3.2З2	Знает основные технические характеристики, достоинства и недостатки современного оборудования возобновляемой энергетики

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина «Оптимизация режимов систем электроснабжения с возобновляемыми источниками энергии» 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	Формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроэнергетики, а также смежных областей науки и техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	И.ОПК(У)-1.1
РД 2	Разрабатывать и проектировать системы электроснабжения объектов и технологических установок, соответствующих современному уровню развития техники и технологий	И.ПК(У)-3.2
РД 3	Выполнять технико-экономическое обоснование и анализ эффективности, разрабатывать рабочую конструкторскую документацию проектов в соответствии с существующими стандартами в области систем электроснабжения с возобновляемыми источниками энергии	И.ПК(У)-3.2

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. Архитектура построения и системы управления режимами энергетических систем с возобновляемыми источниками энергии	РД1	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные работы	8
		Самостоятельная работа	32
Раздел (модуль) 2. Моделирование режимов энергетических систем с возобновляемыми источниками энергии	РД2 РД3	Лекции	2
		Практические занятия	6
		Лабораторные работы	8
		Самостоятельная работа	68
Раздел (модуль) 3. Оптимизация состава оборудования энергетических систем с возобновляемыми источниками энергии	РД2 РД3	Лекции	2
		Практические занятия	6
		Лабораторные работы	8
		Самостоятельная работа	68

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Архитектура построения и системы управления режимами энергетических систем с возобновляемыми источниками энергии

Предмет, цели и задачи дисциплины. Состав основного генерирующего оборудования гибридных электроэнергетических систем с возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ). Техничко-экономические характеристики оборудования и принципы его функционирования. Обзор и сравнительный анализ архитектуры построения гибридных электроэнергетических систем с ВИЭ. Обзор и сравнительный систем управления режимами гибридных электроэнергетических систем с ВИЭ. Постановка задачи оптимизации.

Темы лекций:

1. Архитектура построения энергетических систем с возобновляемыми источниками энергии
2. Системы управления режимами энергетических систем с возобновляемыми источниками энергии

Темы практических занятий:

1. Расчет энергетического баланса гибридных электроэнергетических систем с ВИЭ.
2. Выбор состава оборудования гибридных электроэнергетических систем с ВИЭ.

Темы лабораторных работ:

1. Построение временного ряда графика электрических нагрузок потребителя электроэнергии.
2. Построение временного ряда солнечной радиации
3. Построение временного ряда скоростей ветра
4. Построение временного ряда температуры воздуха

Раздел 2. Моделирование режимов энергетических систем с возобновляемыми источниками энергии

Математические модели основных компонентов гибридных электроэнергетических систем с ВИЭ. Понятие упрощенной «энергетической» модели. Математическая модель фотоэлектрической установки. Математическая модель ветроэнергетической установки. Математическая модель дизель-генераторной установки. Математические модели

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

накопителей энергии.

Темы лекций:

1. Математические модели компонентов и моделирование режимов гибридных электроэнергетических систем с ВИЭ.

Темы практических занятий:

1. Математическая модель и моделирование режимов фотоэлектрической установки.

2. Математическая модель и моделирование режимов ветроэнергетической установки.

3. Математическая модель и моделирование режимов аккумуляторной батареи.

Темы лабораторных работ:

1. Моделирование режимов фотоэлектрической установки.

2. Моделирование режимов ветроэнергетической установки.

3. Моделирование режимов аккумуляторной батареи.

4. Моделирование режимов гибридной электроэнергетической системы с ВИЭ

Раздел 3. Оптимизация состава оборудования электроэнергетических систем с возобновляемыми источниками энергии
--

Критерии надежности электроэнергетических систем с ВИЭ. Критерии оптимизации электроэнергетических систем с ВИЭ. Однокритериальные и многокритериальные задачи. Постановка оптимизационной задачи. Алгоритмы решения оптимизационной задачи.

Темы лекций:

1. Оптимизация режимов и состава оборудования электроэнергетических систем с возобновляемыми источниками энергии.

Темы практических занятий:

1. Постановка задачи оптимизации электроэнергетической системы без накопителя энергии.

2. Постановка задачи оптимизации электроэнергетической системы с накопителем энергии.

3. Постановка многокритериальной задачи оптимизации электроэнергетической системы.

Темы лабораторных работ:

1. Оптимизация состава оборудования электроэнергетической системы без накопителя энергии.

2. Оптимизация состава оборудования электроэнергетической системы с накопителем энергии.

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. [Лукутин, Борис Владимирович](#). Возобновляемые источники электроэнергии : учебное пособие [Электронный ресурс] / Б. В. Лукутин; Томский политехнический университет (ТПУ) ; К. В. Юдина. — Электрон. дан. и видео . — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Систем. требования: Windows XP и выше ; Internet Explorer 7.0 и выше.. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/01/>
2. Алхасов, А.Б.. Возобновляемые источники энергии : учебное пособие / Алхасов А.Б.. — Москва: МЭИ, 2016. — с.. — ISBN 978-5-383-01165-2. — Схема доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011652.html> (контент)
3. Бурман А.П. Управление потоками электроэнергии и повышение эффективности электроэнергетических систем: учебное пособие / А. П. Бурман, Ю. К. Розанов, Ю. Г. Шакарян. — Москва: Изд-во МЭИ, 2012. — 336 с.: ил.— ISBN 978-5-383-00738-9.

Дополнительная литература:

1. Обухов, Сергей Геннадьевич. Системы генерирования электрической энергии с использованием возобновляемых энергоресурсов : учебное пособие [Электронный ресурс] / С. Г. Обухов; Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.8 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader.. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m105.pdf>
2. 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>.

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 (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.;

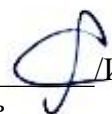
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Электроснабжение и альтернативная энергетика»/ специализация «Возобновляемая энергетика» по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭЭ ИШЭ		Д.Ю. Герасимов

Программа одобрена на заседании выпускающего 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.

 /Ивашутенко А.С./
подпись