

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

**СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ УСТАНОВОК
ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

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	32	
	Лабораторные занятия	24	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч			152
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			Курсовой проект
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной
аттестации

Экзамен/
диф. зачет

Обеспечивающее
подразделение

ОЭЭ

И.о. заведующего кафедрой –
руководителя отделения на
правах кафедры
Руководитель ООП

Преподаватель

	Ивашутенко А.С.
	Рахматуллин И.А.
	Лукутин Б.В.

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)-3	Способен разрабатывать проекты систем электроснабжения с возобновляемыми источниками энергии	И.ПК(У)-3.1	Разрабатывает модели технологических процессов производства электроэнергии с использованием установок возобновляемой энергетики	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 с возобновляемыми источниками энергии
				ПК(У)-3.131	Знает технологические процессы производства, преобразования и распределения электрической энергии в электроэнергетических системах с возобновляемыми источниками энергии
		И.ПК(У)-3.2	Производит выбор электрооборудования для систем электроснабжения объектов с возобновляемыми источниками энергии	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)-3.232	Знает основные технические характеристики, достоинства и недостатки современного оборудования возобновляемой энергетики

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина «Системы электроснабжения на основе установок возобновляемой энергетики» относится к вариативной части вариативного междисциплинарного профессионального модуля 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 с возобновляемыми источниками энергии	И.ПК(У)-3.1
РД 2	Разрабатывать перспективные технические решения для систем управления и оптимизировать режимы работы элементов 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. Типы и область применения систем электроснабжения на основе установок возобновляемой энергетики	РД2	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	32
Раздел (модуль) 2. Архитектура и режимы систем электроснабжения на основе установок возобновляемой энергетики	РД1 РД2	Лекции	2
		Практические занятия	10
		Лабораторные работы	12
		Самостоятельная работа	42
Раздел (модуль) 3. Гибридные электроэнергетические системы на основе установок возобновляемой энергетики	РД1 РД2	Лекции	2
		Практические занятия	12
		Лабораторные работы	12
		Самостоятельная работа	42
Раздел (модуль) 4. Вопросы конструкции и эксплуатации ветровых, гидравлических и фотоэлектрических станций	РД1 РД2	Лекции	2
		Практические занятия	6
		Самостоятельная работа	36

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Типы и область применения систем электроснабжения на основе установок возобновляемой энергетики

Предмет, цели и задачи дисциплины. Сетевая и автономная энергетика. Особенности баланса мощности в системах электроснабжения на основе установок возобновляемой энергетики. Возможности возобновляемой энергетики по улучшению технико – экономических показателей систем электроснабжения.

Темы лекций:

1. Область применения систем электроснабжения на основе установок возобновляемой энергетики.

Темы практических занятий:

1. Выбор оборудования автономной электростанции на базе различных генерирующих источников.

2. Выбор оптимальной мощности и количества дизель-генераторов в составе автономной ДЭС

Раздел 2. Архитектура и режимы систем электроснабжения на основе установок возобновляемой энергетики

Архитектура гибридных систем электроснабжения на основе установок возобновляемой энергетики. Оценка и прогнозирование энергетического потенциала ВИЭ и характеристик потребления электроэнергии.

Темы лекций:

1. Архитектура и режимы систем электроснабжения на основе установок возобновляемой энергетики.

Темы практических занятий:

1. Разработка структурной схемы автономной фотоэлектростанции и выбор ее оборудования.

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

2. Разработка структурной схемы сетевой фотоэлектростанции и выбор ее оборудования.

3. Разработка структурной схемы автономной ветроэлектростанции и выбор ее оборудования.

4. Разработка структурной схемы сетевой ветроэлектростанции и выбор ее оборудования.

5. Разработка структурной схемы автономной микрогидроэлектростанции и выбор ее оборудования

Темы лабораторных занятий:

1. Исследование и анализ режимов работы автономной фотоэлектростанции

2. Исследование и анализ режимов работы автономной ветроэлектростанции

3. Исследование и анализ режимов работы автономной микрогидроэлектростанции

Раздел 3. Гибридные электроэнергетические системы на основе установок возобновляемой энергетики

Выбор установленных мощностей и типов энергетического оборудования гибридной системы электроснабжения. Сетевые и автономные фото-, гидро- и ветроэлектростанции. Энергетический баланс гибридной системы электроснабжения. Способы формирования рациональных энергетических балансов.

Темы лекций:

1. Выбор генерирующего оборудования в сетевых и автономных фотоэлектрических, гидравлических и ветровых электростанциях.

Темы практических занятий:

1. Построение ветро-дизельной системы электроснабжения с раздельной работой генерирующих установок.

2. Построение фото-дизельной системы электроснабжения с раздельной работой генерирующих установок.

3. Построение циклограммы изменения заряда аккумуляторной батареи фотоэлектростанции.

4. Построение фото-дизельной системы электроснабжения с параллельной работой генерирующих установок.

5. Построение фото-дизельной системы электроснабжения с накопителями энергии

6. Построение ветро-дизельной системы электроснабжения с накопителями энергии

Темы лабораторных занятий:

1. Изучение оборудования гибридной ветро-солнечной электростанции.

2. Изучение режимов заряда - разряда аккумуляторов.

3. Изучение аппаратной части оборудования SCADA системы и сопряжение её с энергетическим оборудованием гибридной ветро-солнечной системы автономного электроснабжения.

Раздел 4. Вопросы конструкции и эксплуатации ветровых, гидравлических и фотоэлектрических станций

Схемы и конструктивные элементы ветровых, гидравлических и солнечных электростанций. Размещение энергетического оборудования на местности. Обеспечение безопасной эксплуатации электростанций: устройства противоаварийной автоматики, заземление, грозозащита, сопряжение установок ВИЭ с ДЭС.

Темы лекций:

1. Конструктивное исполнение ветровых, гидравлических и солнечных электростанций.

Темы практических занятий:

1. Расчет заземления ветро- и фотоэлектростанций.

2. Грозозащита ветроэлектростанции.

3. Выбор параметров сборной шины постоянного тока

Курсовой проект по дисциплине «Системы электроснабжения на основе установок возобновляемой энергетики» предусматривает выполнение следующих разделов:

1. Расчет показателей графика электрических нагрузок
2. Оценка энергетического потенциала ВИЭ в районе объекта электрификации и выбор наиболее перспективного
3. Выбор структурной схемы гибридной электростанции с участием ВИЭ и режимов её работы
4. Предварительный выбор оборудования гибридной электростанции и расчёт её энергетических балансов по сезонам года
5. Обоснование структурной схемы гибридной электростанции с участием ВИЭ
6. Определение рационального энергетического баланса по критерию использования возобновляемого энергоресурса и корректировка выбора оборудования
7. Техничко-экономическое обоснование строительства гибридной СЭС с участием ВИЭ
8. Проработка элементов конструктивного исполнения гибридной электростанции

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 тематикам лабораторных работ;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Подготовка к лабораторным работам;
- Выполнение курсового проекта;
- 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, Б. В.. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями : Учебное пособие [Электронный ресурс] / Б. В. Лукутин, И. О. Муравлев, И. А. Плотников. — Томск: Томский политехнический университет, 2015. — 120 с. — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS.. — ISBN 2227-8397. — Схема доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55208.html>

2. Лукутин, Борис Владимирович. Нетрадиционные способы производства электроэнергии : учебное пособие [Электронный ресурс] / Б. В. Лукутин, М. А. Сурков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 2-е изд.. — 1 компьютерный файл (pdf; 4.7 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2014. — 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/2015/m150.pdf>

3. Баранов, Н.Н.. Нетрадиционные возобновляемые источники и методы преобразования их энергии: монография / Баранов Н.Н.. — Москва: МЭИ, 2017. — с.. — ISBN 978-5-383-01184-3. — Схема доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011843.html>

Дополнительная литература:

1. Лукутин, Б. В. Нетрадиционные способы производства электроэнергии: учебное пособие / Б. В. Лукутин, М. А. Сурков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — 192 с.: ил.. — Библиогр.: с. 170-175.

2. Лукутин, Б. В. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении: монография / Б. В. Лукутин, О. А. Суржикова, Е. Б. Шандарова; Томский политехнический университет (ТПУ). — Москва: Энергоатомиздат, 2008. — 231 с.: ил.. — Библиография в конце глав. — ISBN 978-5-283-03272-9.

6.2. Информационное и программное обеспечение

1. Сервер «Погода России» - Архив погоды: <https://rp5.ru/>

2. Сайты производителей ветро- и фотоэлектрических установок. Базы данных <http://green.ru.tomres/>

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 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, учебный корпус №8, учебная аудитория 329	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 24 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.
2.	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, учебная аудитория 330	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.
3.	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, учебная аудитория 331	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 44 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.
4.	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, компьютерный класс 127	Компьютер - 50 шт. Комплект учебной мебели на 33 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Тумба подкатная - 2 шт.;
5.	Помещение для самостоятельной работы 634034, Томская область, г. Томск, Белинского улица, 53а , Научно-техническая библиотека, компьютерный класс 210	Компьютер - 15 шт.; Принтер - 4 шт. Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест;

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
Профессор ОЭЭ ИШЭ		Б.В. Лукутин

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.


подпись /Ивашутенко А.С./