

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе
_____ Е.И. Луковникова

«21» апреля 2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

2.1.6.2 Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии

НАУЧНАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

2.4.3 Электроэнергетика

Братск, 2023

1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	3
1.1 Цель дисциплины	3
1.2 Задачи дисциплины.....	3
1.3 Место дисциплины в структуре основной образовательной программы	3
1.4 Требования к уровню освоения содержания дисциплины	3
2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ ПО ФОРМАМ ОБУЧЕНИЯ И ВИДАМ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ	3
2.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения	3
2.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость	4
3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
3.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебной работы	4
3.2 Содержание лекционных занятий.....	4
3.3 Практические занятия, семинары.....	5
3.4 Контрольные мероприятия	5
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 Рекомендуемая литература	5
4.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»	5
5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	6
Приложение 1. Аннотация рабочей программы дисциплины	8
Приложение 2. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации	9
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	11

1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1. Цель дисциплины

Углубление и систематизация теоретической подготовки аспиранта для решения задач электроэнергетики с применением нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

1.2. Задачи дисциплины

- изучение аспирантами нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, методов проектирования систем на их основе;
- формирование у аспирантов электротехнической культуры и практических навыков создания систем на основе нетрадиционных и возобновляемых источниках энергии.

1.3. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина 2.1.6.2 Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии относится к факультативным дисциплинам.

1.4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

<i>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</i>	
знать:	– методы расчета и проектирования систем на нетрадиционных и возобновляемых источниках энергии;
уметь:	– осуществлять выбор элементов систем электроснабжения на нетрадиционных и возобновляемых источниках энергии;
владеть:	– навыками использования методов расчета и проектирования систем на нетрадиционных и возобновляемых источниках энергии.

2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ ПО ФОРМАМ ОБУЧЕНИЯ И ВИДАМ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

2.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

<i>Форма обучения</i>	<i>Курс</i>	<i>Трудоемкость дисциплины в часах</i>					<i>Реферат</i>	<i>Вид промежуточной аттестации (экзамен, зачет)</i>
		<i>Всего часов (с экз.)</i>	<i>Аудиторных часов</i>	<i>Лекции</i>	<i>Семинары Практические занятия</i>	<i>Самостоятельная работа</i>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Очная	2	108	36	12	24	72	-	зачет

2.2. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость

Вид учебной работы	Трудоемкость, часов	Распределение по курсам, час
		КУРС 2
Аудиторные занятия (всего)	36	36
Лекции (Лк)	12	12
Практические занятия (ПЗ)	24	24
Самостоятельная работа (СР) (всего)	72	72
Подготовка к практическим занятиям	42	42
Подготовка к зачету	30	30
Вид промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	зачет	зачет
Общая трудоемкость дисциплины, час.	108	108
	зач. ед. 3	3

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебной работы

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Виды учебной работы; часы			
		Лекции	Практические занятия (семинары)	СР*	Всего часов
1.	Энергия солнца. Преобразование солнечной энергии.	4	6	18	28
2.	Энергия ветра. Преобразование энергии ветра.	4	6	18	28
3.	Основные компоненты автономной солнечной и ветровой электростанции.	2	12	24	38
4.	Алгоритмы отслеживания точки максимальной мощности.	2	-	12	14
	ИТОГО	12	24	72	108

3.2. Содержание лекционных занятий

Номер, наименование разделов дисциплины	Наименование тем (разделов)	Объем в часах
1. Энергия солнца. Преобразование солнечной энергии.	Типы фотоэлектрических преобразователей. Гелиоэлектростанции. Конфигурация солнечной электростанции.	4
2. Энергия ветра. Преобразование энергии ветра.	Ветровая электростанция. Конфигурация ветроэлектростанции.	4
3. Основные компоненты автономной солнечной и ветровой электростанции.	Контроллер фотоэлектрического преобразователя. Контроллер заряда аккумуляторов для ветрогенератора. Виды аккумуляторов. Инверторы.	2
4. Алгоритмы отслеживания точки максимальной мощности.	Метод возмущения и наблюдения. Метод приращения проводимости.	2
	ИТОГО	12

3.3. Практические занятия, семинары

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Наименование тем практических занятий (семинаров)	Объем в часах
1	1.	Расчет энергетических характеристик солнечного излучения.	6
2	2.	Расчет энергетического потенциала местности для применения ветроустановки.	6
3	3.	Расчет элементов системы автономного электроснабжения на фотоэлектрических преобразователях.	4
4		Расчет элементов системы автономного электроснабжения от ветрогенератора.	4
5		Выбор мощности инверторов и аккумуляторов.	4
ИТОГО			24

3.4. Контрольные мероприятия: реферат

Учебным планом не предусмотрено.

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Рекомендуемая литература					
4.1.1. Основная литература					
№	Авторы,	Заглавие	Издательство	Кол-во	Эл. адрес
1	Удалов С.Н.	Возобновляемые источники энергии: учебное пособие	Новосибирск: НГТУ, 2014	ЭР	http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=436051&sr=1
2	Чуенкова И.Ю.	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие	Ставрополь: СКФУ, 2015	ЭР	http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=457472&sr=1
4.1.2. Дополнительная литература					
№	Авторы,	Заглавие	Издательство	Кол-во	Эл. адрес
3	Алхасов А.Б. под ред. Фортова В.Е.	Возобновляемая энергетика	Москва: Физматлит, 2010	ЭР	http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=82940&sr=1
4	Сибикин Ю.Д. Сибикин М.Ю.	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие	Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2014	ЭР	http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=257750&sr=1
5	Под редакцией: Елистратов В.В., Кобышева Н.В., Сидоренко Г.И.	Климатические факторы возобновляемых источников энергии	Санкт-Петербург: Наука, 2010	ЭР	http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=362980&sr=1
4.1.3. Методические разработки					
№	Авторы,	Заглавие	Издательство	Кол-во	Эл. адрес
4.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»					
1	Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань» http://e.lanbook.com .				
4.3.1 Перечень программного обеспечения					
1	Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN No Leve				
2	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Leve				
4.3.2 Перечень информационных справочных систем					
1	Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)				
2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU				
3	Электронная библиотека БрГУ				
4	Электронный каталог библиотеки БрГУ				
5	«Университетская библиотека online»				

5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>№ аудитории</i>	<i>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</i>	<i>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</i>
1	2	3
A1207	Учебная аудитория (мультимедийный/дисплейный класс)	<p>Основное оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> - интерактивная доска SMART Board X885ix со встроенным проектором UX – 1 шт.; - системный блок CPU 5000/RAM 2Gb/HDD - 14 шт.; - монитор TFT 19 LG1953S-SF – 14шт.; - принтер HP Laser jet P3015d – 1 шт.; - сканер CANOSCAN LIDE220 – 1 шт.; <p>Дополнительно:</p> <ul style="list-style-type: none"> - маркерная доска – 1 шт. <p>Учебная мебель:</p> <ul style="list-style-type: none"> - комплект мебели (посадочных мест/АРМ) – 24/14 шт.; - комплект мебели (посадочных мест/АРМ) для преподавателя – 1/1 шт.; <p>персональный компьютер i5-2500/H67/4Gb/500Gb – 1 шт. монитор</p>

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии направлена на изучение теоретических основ и методов моделирования систем на основе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, а также на изучение методов проектирования таких систем.

Изучение дисциплины Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии предусматривает:

- лекции,
- практические занятия,
- самостоятельную работу,
- зачет.

В ходе освоения раздела 1 «Энергия солнца. Преобразование солнечной энергии» обучающиеся должны уяснить:

- типы фотоэлектрических преобразователей;
- типы гелиоэлектростанций;
- конфигурации солнечных электростанций.

В ходе освоения раздела 2 «Энергия ветра. Преобразование энергии ветра» обучающимся необходимо обратить внимание на:

- типы ветровых электростанций;
- конфигурации ветроэлектростанций.

В ходе освоения раздела 3 «Основные компоненты автономной солнечной и ветровой электростанции» обучающиеся должны изучить:

- структуру контроллеров фотоэлектрических преобразователей;
- структуру контроллеров заряда аккумуляторов для ветрогенератора;
- виды аккумуляторов;
- типы и схемотехнику инверторов.

В ходе освоения раздела 4 «Алгоритмы отслеживания точки максимальной мощности» обучающиеся должны изучить:

- метод возмущения и наблюдения;

- метод приращения проводимости.

В процессе изучения дисциплины рекомендуется особо обратить внимание на схемотехнику решений для создания систем на основе нетрадиционной и возобновляемой энергетики.

В процессе проведения практических занятий происходит закрепление практических навыков исследования, моделирования и расчета таких систем.

Самостоятельную работу необходимо начинать с изучения теоретического материала по рекомендации преподавателя.

АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины

2.1.6.2 Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является:

углубление и систематизация теоретической подготовки аспиранта для решения задач электроэнергетики с применением нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Задачей изучения дисциплины является:

- изучение аспирантами нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, методов проектирования систем на их основе;
- формирование у аспирантов электротехнической культуры и практических навыков создания систем на основе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

2. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетных единиц

2.2 Основные разделы дисциплины:

1. Энергия солнца. Преобразование солнечной энергии.
2. Энергия ветра. Преобразование энергии ветра.
3. Основные компоненты автономной солнечной и ветровой электростанции.
4. Алгоритмы отслеживания точки максимальной мощности.

3. Планируемые результаты обучения

знать:	– методы расчета и проектирования систем на нетрадиционных и возобновляемых источниках энергии;
уметь:	– осуществлять выбор элементов систем электроснабжения на нетрадиционных и возобновляемых источниках энергии;
владеть:	– навыками использования методов расчета и проектирования систем на нетрадиционных и возобновляемых источниках энергии.

4. Вид промежуточной аттестации: зачет.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Описание фонда оценочных средств

<i>№</i>	<i>Раздел</i>	<i>Тема</i>	<i>ФОС</i>
1	2	3	4
1	1. Энергия солнца. Преобразование солнечной энергии.	1.1. Типы фотоэлектрических преобразователей. 1.2. Гелиоэлектростанции. 1.3. Конфигурация солнечной электростанции.	Вопросы к зачету 1.1 – 1.3
2	2. Энергия ветра. Преобразование энергии ветра.	2.1. Ветровая электростанция. 2.2. Конфигурация ветроэлектростанции.	Вопросы к зачету 2.1 – 2.2
3	3. Основные компоненты автономной солнечной и ветровой электростанции.	3.1. Контроллер фотоэлектрического преобразователя. 3.2. Контроллер заряда аккумуляторов для ветрогенератора. 3.3. Виды аккумуляторов. 3.4. Инверторы.	Вопросы к зачету 3.1 – 3.4
4	4. Алгоритмы отслеживания точки максимальной мощности.	4.1. Метод возмущения и наблюдения. 4.2. Метод приращения проводимости.	Вопросы к зачету 4.1 – 4.2

2. Текущий контроль

<i>№</i>	<i>Вид занятия</i>	<i>Раздел</i>	<i>Тема</i>	<i>Форма текущего контроля</i>
1		2	3	4
1	Лк	1. Энергия солнца. Преобразование солнечной энергии.	1.1. Типы фотоэлектрических преобразователей. 1.2. Гелиоэлектростанции. 1.3. Конфигурация солнечной электростанции.	Лекция-консультация
2	ПЗ		Расчет энергетических характеристик солнечного излучения.	Анализ конкретных ситуаций
3	Лк	2. Энергия ветра. Преобразование энергии ветра.	2.1. Ветровая электростанция. 2.2. Конфигурация ветроэлектростанции.	Лекция-консультация
4	ПЗ		Расчет энергетического потенциала местности для применения ветроустановки.	Анализ конкретных ситуаций
5	Лк	3. Основные компоненты автономной солнечной и ветровой электростанции.	3.1. Контроллер фотоэлектрического преобразователя. 3.2. Контроллер заряда аккумуляторов для ветрогенератора. 3.3. Виды аккумуляторов. 3.4. Инверторы.	Лекция-консультация
6	ПЗ		Расчет элементов системы автономного электроснабжения на фотоэлектрических преобразователях. Расчет элементов системы автономного электроснабжения от ветрогенератора. Выбор мощности инверторов и аккумуляторов.	Анализ конкретных ситуаций

7	Лк	4. Алгоритмы отслеживания точки максимальной мощности.	4.1. Метод возмущения и наблюдения. 4.2. Метод приращения проводимости.	Лекция-консультация
---	----	---	--	---------------------

3. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине «2.1.6.2 Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» проводится в форме зачета.

<i>№ п/п</i>	<i>ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ</i>	<i>№ и наименование раздела (согласно р.3)</i>
1	4	5
1.	1.1. Типы фотоэлектрических преобразователей. 1.2. Гелиоэлектростанции. 1.3. Конфигурация солнечной электростанции.	1. Энергия солнца. Преобразование солнечной энергии.
2.	2.1. Ветровая электростанция. 2.2. Конфигурация ветроэлектростанции.	2. Энергия ветра. Преобразование энергии ветра.
3.	3.1. Контроллер фотоэлектрического преобразователя. 3.2. Контроллер заряда аккумуляторов для ветрогенератора. 3.3. Виды аккумуляторов. 3.4. Инверторы.	3. Основные компоненты автономной солнечной и ветровой электростанции.
4.	4.1. Метод возмущения и наблюдения. 4.2. Метод приращения проводимости.	4. Алгоритмы отслеживания точки максимальной мощности.

4. Критерии и показатели оценивания

<i>Показатели</i>	<i>Оценка</i>	<i>Критерии</i>
<p>Знать – основные понятия системного подхода, иерархическую структуру задач развития электроэнергетических систем, модели для получения оптимальных решений;</p> <p>Уметь – проводить формализацию задач развития электроэнергетических систем, формировать иерархию целей и критериев при решении задач развития электроэнергетических систем, определять методы и модели для поиска оптимальных решений задач развития электроэнергетических систем;</p> <p>Владеть – системным подходом, методами решения задач развития, проектирования и эксплуатации электрических станций, электроэнергетических систем, электрических сетей и систем электроснабжения.</p>	зачтено	Оценка «зачтено» выставляется в случае, если аспирант демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> • всестороннее систематическое знание программного материала; • правильное выполнение практических заданий, направленных на применение программного материала; • правильное применение основных положений программного материала.
	не зачтено	Оценка «не зачтено» выставляется в случае, если аспирант демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> • существенные пробелы в знании программного материала; • принципиальные ошибки при выполнении практических заданий, направленных на применение программного материала; • невозможность применения основных положений программного материала.

**Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год**

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры № ____ от «__» _____ 20__ г.,

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиями их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов, утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 №951

Учебный план 2023 года начала подготовки утвержден приказом ректора от 17.02.2023 №69

Программу составил:

Булатов Ю.Н., заведующий кафедрой энергетики, к.т.н., доцент _____

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры Энергетики
от «21» апреля 2023 г., протокол №10

Заведующий кафедрой Энергетики _____ Булатов Ю.Н.

СОГЛАСОВАНО:

Начальник

Управления аспирантуры и докторантуры _____ Е.В. Нестер

Ответственный за реализацию ОПОП _____ Ю.Н. Булатов

Директор библиотеки _____ Т.Ф. Сотник

Регистрационный № 637