

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

<b>1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ</b> .....	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
<b>2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ ПО ФОРМАМ ОБУЧЕНИЯ И ВИДАМ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ</b> .....	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
<b>3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	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
<b>4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	5
4.1 Рекомендуемая литература .....	5
4.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» ....	5
<b>5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	6
<b>6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	6
<b>Приложение 1.</b> Аннотация рабочей программы дисциплины .....	8
<b>Приложение 2.</b> Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации .....	9
<b>Приложение 3.</b> 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>	
<b>знать:</b>	– методы расчета и проектирования систем на нетрадиционных и возобновляемых источниках энергии;
<b>уметь:</b>	– осуществлять выбор элементов систем электроснабжения на нетрадиционных и возобновляемых источниках энергии;
<b>владеть:</b>	– 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>		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>Очная</b>	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
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36
Лекции (Лк)	12	12
Практические занятия (ПЗ)	24	24
<b>Самостоятельная работа (СР) (всего)</b>	72	72
Подготовка к практическим занятиям	42	42
Подготовка к зачету	30	30
<b>Вид промежуточной аттестации</b> (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
	<b>ИТОГО</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>72</b>	<b>108</b>

### 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
	<b>ИТОГО</b>	<b>12</b>

### 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
<b>ИТОГО</b>			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	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=436051&amp;sr=1">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=436051&amp;sr=1</a>
2	Чуенкова И.Ю.	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие	Ставрополь: СКФУ, 2015	ЭР	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=457472&amp;sr=1">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=457472&amp;sr=1</a>
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	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=82940&amp;sr=1">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=82940&amp;sr=1</a>
4	Сибикин Ю.Д. Сибикин М.Ю.	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие	Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2014	ЭР	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=257750&amp;sr=1">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=257750&amp;sr=1</a>
5	Под редакцией: Елистратов В.В., Кобышева Н.В., Сидоренко Г.И.	Климатические факторы возобновляемых источников энергии	Санкт-Петербург: Наука, 2010	ЭР	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=362980&amp;sr=1">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=362980&amp;sr=1</a>
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» <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> .				
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"> <li>- интерактивная доска SMART Board X885ix со встроенным проектором UX – 1 шт.;</li> <li>- системный блок CPU 5000/RAM 2Gb/HDD - 14 шт.;</li> <li>- монитор TFT 19 LG1953S-SF – 14шт.;</li> <li>- принтер HP Laser jet P3015d – 1 шт.;</li> <li>- сканер CANOSCAN LIDE220 – 1 шт.;</li> </ul> <p>Дополнительно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- маркерная доска – 1 шт.</li> </ul> <p>Учебная мебель:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- комплект мебели (посадочных мест/АРМ) – 24/14 шт.;</li> <li>- комплект мебели (посадочных мест/АРМ) для преподавателя – 1/1 шт.;</li> </ul> <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

<b>знать:</b>	– методы расчета и проектирования систем на нетрадиционных и возобновляемых источниках энергии;
<b>уметь:</b>	– осуществлять выбор элементов систем электроснабжения на нетрадиционных и возобновляемых источниках энергии;
<b>владеть:</b>	– 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	<b>4.</b> 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>
<b>1</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>1.</b>	1.1. Типы фотоэлектрических преобразователей. 1.2. Гелиоэлектростанции. 1.3. Конфигурация солнечной электростанции.	<b>1.</b> Энергия солнца. Преобразование солнечной энергии.
<b>2.</b>	2.1. Ветровая электростанция. 2.2. Конфигурация ветроэлектростанции.	<b>2.</b> Энергия ветра. Преобразование энергии ветра.
<b>3.</b>	3.1. Контроллер фотоэлектрического преобразователя. 3.2. Контроллер заряда аккумуляторов для ветрогенератора. 3.3. Виды аккумуляторов. 3.4. Инверторы.	<b>3.</b> Основные компоненты автономной солнечной и ветровой электростанции.
<b>4.</b>	4.1. Метод возмущения и наблюдения. 4.2. Метод приращения проводимости.	<b>4.</b> Алгоритмы отслеживания точки максимальной мощности.

### 4. Критерии и показатели оценивания

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

**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