

«КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени В. И. ВЕРНАДСКОГО»

Физико-технический институт (структурное подразделение)

(наименование академии, института (филиала))

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора  
Физико-технического института  
по учебно-методической работе

Рыбась А.Ф.

(ФИО)



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Гелиоэнергетика. Способы и устройства преобразования лучистой возобновляемой энергии

энергии

(наименование дисциплины)

Направление подготовки (специальность)

14.06.01 «Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика и сопутствующие технологии»

(код и наименование направления подготовки (специальности))

## Направленность программы

## Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии

(наименование направленности программы)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с СУОС ВО КФУ им. В.И.Вернадского,

(СУОС ВО КФУ им. В.И.Вернадского / ФГОС ВО)

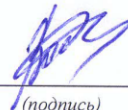
утвержденным приказом ректора университета от «30» 08 2019 г. № 696/1

(ректора университета / Минобрнауки)

РАЗРАБОТАНО

доцент кафедры ЭиЭ, к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



Воскресенская С.Н.

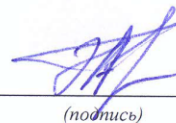
(ФИО)

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

Электроэнергетики и электротехники

(наименование кафедры, разработчика РПД)



Бекиров Э.А.

(ФИО)

Председатель

учебно-методической комиссии

Физико-технического института

(наименование академии, института (филиала), реализующей дисциплину)



Рыбась А.Ф.

(ФИО)

**Распределение объема дисциплины по видам работы согласно учебному плану  
2018-2019 года**

Общий объем дисциплины	з.е.	2
Общий объем дисциплины	час	72
Объем аудиторной работы	час.	34
в том числе:		
лекции	час.	17
лабораторные работы	час.	
практические занятия (семинары)	час.	17
Объем самостоятельной работы	час.	38
в том числе		
экзамен	час.	

**Виды текущего контроля самостоятельной работы согласно учебному плану  
2018-2019 года**

Вид	Семестр
Курсовой проект / работа	
Коллоквиум	
Расчетно-графическая работа	
Контрольная работа	
Реферат	
Эссе	
Творческое задание в области искусства	
Учебная история болезни	

**Формы промежуточной аттестации согласно учебному плану 2018-2019 года**

Форма	Семестр
Экзамен	
Дифференцированный зачет	5
Зачет	

**Распределение объема дисциплины по видам работы согласно учебному плану  
2019-2020 и 2020-2021 года**

Общий объем дисциплины	з.е.	2
Общий объем дисциплины	час	72
Объем аудиторной работы	час.	36
в том числе:		
лекции	час.	18
лабораторные работы	час.	
практические занятия (семинары)	час.	18
Объем самостоятельной работы	час.	36
в том числе		
экзамен	час.	

**Виды текущего контроля самостоятельной работы согласно учебному плану  
2019-2020 и 2020-2021 года**

Вид	Семестр
Курсовой проект / работа	
Коллоквиум	
Расчетно-графическая работа	
Контрольная работа	3
Реферат	
Эссе	
Творческое задание в области искусства	
Учебная история болезни	

**Формы промежуточной аттестации согласно учебному плану 2019-2020 и 2020-2021 года**

Форма	Семестр
Экзамен	
Дифференцированный зачет	3
Зачет	

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),  
соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний в области гелиоэнергетики;
- приобретение умений и навыков по определению потенциала солнечной энергии и проведения расчетов объектов преобразования этой энергии в тепловую и электрическую.

Задачами освоения учебной дисциплины являются:

1. Изучить принципы создания, эксплуатации и анализа показателей энергетических систем на основе использования солнечной энергии;
2. Научить анализировать существующие системы и их элементы, разрабатывать и внедрять необходимые изменения в их структуре с позиции повышения энергоэкономической эффективности и решения вопросов энергосбережения;
3. Дать информацию о новых направлениях в совершенствовании данных систем в отечественной и зарубежной практике, развивать способности объективно оценивать преимущества и недостатки систем и их элементов как отечественных, так и зарубежных.

Код(ы) и содержание компетенции(й) (согласно ФГОС ВО/СУОС ВО):

Коды компетенций	Результаты освоения основной образовательной программы (компетенция или содержание достигнутого уровня освоения компетенции)	Результаты обучения
ОПК-1	Владение научно обоснованной методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы измерения солнечной радиации и ее зависимость от координат;</li> </ul> <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать методику проведения анализа и расчетов.</li> </ul> <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- культурой мышления и методиками проведения расчетов в области гелиоэнергетики.</li> </ul>
ПК-2	Способность проводить теоретический анализ, экспериментальные исследования, физическое и математическое моделирование, представлять результаты научных исследований энергоустановок, электростанций и энергетических комплексов на базе возобновляемых видов энергии с целью оптимизации их параметров	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- источники потенциала и схемы использования солнечной энергии;</li> <li>- основные виды солнечных энергоустановок для электроснабжения, горячего водоснабжения, отопления, сушки, опреснения и т. п. и принципы их работы;</li> <li>- современное состояние и перспективы использования солнечной энергии в мире.</li> </ul> <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- производить оценку энергетических потенциалов источников энергии;</li> <li>- выполнять расчеты характеристик энергоустановок;</li> </ul>

	и режимов использования	- выбрать способ согласования возобновляемой энергии с потребителями; - ставить цели и формулировать задачи при изучении материала и его анализе; <u>Владеть:</u> навыками исследования установок гелиоэнергетики.
--	-------------------------	--

## 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательного процесса, блока 1 основной профессиональной образовательной программы подготовки аспирантов.

Она базируется на дисциплинах, знания, умения и навыки для которых приобретались в процессе обучения в магистратуре, специалитете, бакалавриате.

Приступая к изучению учебной дисциплины, аспирант должен:

Знать:

- основные методы использования и режимы работы измерительной аппаратуры;
- основы использования средств автоматизации проектирования и расчетов;
- методы обработки и анализа теоретических и экспериментальных исследований.

Уметь:

- работать с технической документацией, стандартами и другими нормативными документами;
- проводить поиск необходимой информации;
- работать с измерительной аппаратурой;
- обосновывать проектные расчеты.

Владеть:

- навыками сбора и анализа данных для проектирования и исследований;
- навыками составления отчета по выполненному заданию;
- основными методическими подходами к проведению расчетов.

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы для сдачи кандидатских экзаменов, выполнения научно-исследовательской работы и написания диссертации.

## 3. Содержание дисциплины (модуля)

### 3.1. Содержание лекций

Разделы, темы, дидактические единицы <sup>1</sup>
<p>Раздел 1 Источники потенциала и схемы использования солнечной энергии. Виды солнечной радиации. Спектры внеатмосферного и наземного, солнечного излучения. Методы измерения солнечной радиации. Методы расчета прихода солнечной радиации. Зависимость солнечной радиации от координат. Продолжительность дня с солнечным излучением, поглощение в атмосфере (оптическая масса).</p>
<p>Раздел 2 Способы и устройства преобразования солнечного излучения в тепловую энергию. Солнечные коллекторы и их разновидности. Принцип действия, основные конструктивные особенности, КПД солнечных коллекторов. Расчет температурного поля тепловых потерь, отвода тепла, оптического КПД</p>

<sup>1</sup> Дидактическая единица – логически самостоятельная часть учебного материала, по своему объему и структуре соответствующая таким компонентам содержания как понятие, теория, закон, явление, факт, объект и т.п..

<p>Селективные покрытия их разновидности и свойства.</p> <p>Системы солнечного горячего водоснабжения и отопления. Схемы и элементы. Методы расчета систем солнечного теплоснабжения (ССТ). Аккумуляция тепла в ССТ.</p>
<p>Раздел 3 Способы и устройства преобразования солнечного излучения в электрическую энергию.</p> <p>Фотоэлектрическая генерация энергии. Структура солнечных элементов и принципы их работы.</p> <p>Фотоэлектрические свойства цепи и нагрузки фотоэлементов. Основные виды потерь энергии и факторы, влияющие на КПД фотоэлемента.</p> <p>Конструкции солнечных элементов. Основные технические требования к материалам солнечных элементов. Жесткие и гибкие фотоэлементы.</p> <p>Концентраторы излучения, их разновидности и особенности использования. КПД основных типов фотоэлементов.</p>

### 3.2. Содержание практических занятий (семинаров)

Разделы, темы, дидактические единицы
<p>Раздел 2 Способы и устройства преобразования солнечного излучения в тепловую энергию. Расчет и проектирование систем солнечного теплоснабжения и отопления.</p>
<p>Раздел 3 Способы и устройства преобразования солнечного излучения в электрическую энергию.</p> <p>Расчет и проектирование систем электроснабжения с использованием солнечных батарей</p>

### 3.3. Содержание самостоятельной работы

Разделы, темы, дидактические единицы
<p>Раздел 1 Источники потенциала и схемы использования солнечной энергии.</p> <p>Виды солнечной радиации. Спектры внеатмосферного и наземного, солнечного излучения. Методы измерения солнечной радиации.</p> <p>Методы расчета прихода солнечной радиации. Зависимость солнечной радиации от координат. Продолжительность дня с солнечным излучением, поглощение в атмосфере (оптическая масса).</p>
<p>Раздел 2 Способы и устройства преобразования солнечного излучения в тепловую энергию.</p> <p>Солнечные коллекторы и их разновидности. Принцип действия, основные конструктивные особенности, КПД солнечных коллекторов.</p> <p>Расчет температурного поля тепловых потерь, отвода тепла, оптического КПД</p> <p>Селективные покрытия их разновидности и свойства.</p> <p>Системы солнечного горячего водоснабжения и отопления. Схемы и элементы. Методы расчета систем солнечного теплоснабжения (ССТ). Аккумуляция тепла в ССТ.</p>
<p>Раздел 3 Способы и устройства преобразования солнечного излучения в электрическую энергию.</p> <p>Фотоэлектрическая генерация энергии. Структура солнечных элементов и принципы их работы.</p> <p>Фотоэлектрические свойства цепи и нагрузки фотоэлементов. Основные виды потерь энергии и факторы, влияющие на КПД фотоэлемента.</p> <p>Конструкции солнечных элементов. Основные технические требования к материалам солнечных элементов. Жесткие и гибкие фотоэлементы.</p> <p>Концентраторы излучения, их разновидности и особенности использования. КПД основных типов фотоэлементов.</p>

#### 4. Контроль результатов обучения по дисциплине

**Текущий контроль и промежуточная аттестация** осуществляется в соответствии с «Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГАОУ ВО КФУ им. В. И. Вернадского» и «Порядком применения балльно-рейтинговой системы оценивания успеваемости обучающихся по основным профессиональным образовательным программам высшего образования ФГАОУ ВО КФУ им. В. И. Вернадского».

Вид(ы) промежуточной аттестации – *дифференцированный зачет*.

Форма(ы) проведения промежуточной аттестации – *накопительно по результатам текущего контроля*.

Оценочные средства по дисциплине приведены в Приложении

#### 5. Учебно-методическое обеспечение

##### 5.1. Основная учебная литература:

1. Удалов, С.Н. Возобновляемая энергетика : учебное пособие : [16+] / С.Н. Удалов ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. – 607 с. : ил., табл., схем., граф. – (Учебники НГТУ). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576779> . – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-2915-0. – Текст : электронный.

2. Лукутин, Б.В. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями : учебное пособие / Б.В. Лукутин, И.О. Муравлев, И.А. Плотников ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2015. – 120 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442097> . – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

##### 5.2. Дополнительная учебная литература:

1. Елистратов, В.В. Солнечные энергоустановки. Оценка поступления солнечного излучения / В.В. Елистратов, В.А. Грилихес, Е.С. Аронова ; под ред. В.В. Елистратова ; Федеральное агентство по образованию, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. – Санкт-Петербург : Издательство Политехнического университета, 2009. – 101 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363033>с.

2. Общая энергетика : в 2 кн. / В.П. Горелов, С.В. Горелов, В.С. Горелов и др. ; под ред. В.П. Горелова, Е.В. Ивановой. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. – Кн. 1. Альтернативные источники энергии. – 434 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447693>

3. Удалов, С.Н. Возобновляемые источники энергии / С.Н. Удалов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Новосибирск: НГТУ, 2014. – 459 с. : табл., граф., ил. – (Учебники НГТУ). – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436051>

##### 5.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет":

Электронные библиотечные ресурсы (ЭБС):

<http://biblioclub.ru/>



## **6. Перечень информационных технологий, используемых в образовательной деятельности**

1. Для осуществления самостоятельной работы необходим доступ к ЭБС. Для получения доступа необходима соответствующая регистрация (осуществляется в библиотеке КФУ им. В.И. Вернадского), после чего подготовка может осуществляться, в том числе, в домашних условиях. Необходимое программное обеспечение: Windows или Linux; браузер для работы в Интернет.

2. <https://moodle.cfuv.ru>

## **7. Перечень применяемых современных образовательных технологий<sup>2</sup>**

*Электронное обучение, дистанционные образовательные технологии; групповые дискуссии; анализ ситуаций.*

## **8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательной деятельности**

Реализация учебной дисциплины требует наличия лекционного кабинета, кабинета для практических занятий, аудитории для самостоятельной работы.

Оборудование лекционного кабинета: доска, парты, стулья, образцы фотоэлементов.

Оборудование кабинета для практических занятий: доска, парты, стулья.

---

<sup>2</sup> Электронное обучение, дистанционные образовательные технологии; интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги, анализ ситуаций и имитационных моделей и т.п.