

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«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

Ветроэнергетика. Способы и устройства преобразования механической возобновляемой 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

Ассистент кафедры ЭиЭ

(должность, ученая степень, ученое звание)



Гусев С.С.

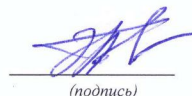
(ФИО)

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**

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**

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

**Формы промежуточной аттестации**

Форма	Семестр
Экзамен	
Дифференцированный зачет	2
Зачет	

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

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

ПК-1. Способность разрабатывать научные планы исследования общих свойств и принципов функционирования энергоустановок электростанций и энергетических комплексов на базе возобновляемых видов энергии, предназначенных для параллельной работы с электросетью и в качестве автономных источников.

ПК-3. Способность ставить задачи исследования, подготавливать базу для научных исследований

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать: Основное содержание курса, понимать и объяснять физический процесс преобразования энергии ветра в электроэнергию; принцип действия современных типов ветроэлектрических установок; особенности их конструкции; конструктивное исполнение ветроэлектрических установок. Основные методы осуществления расчетов, анализа их результатов по тематике изучаемой дисциплины. Методику анализа параметров ветроэлектрической установки. Нормы проектирования ветровых энергетических установок; нормативно-технические документы в соответствующей сфере деятельности. Структурные схемы ветроэлектрических установок; электрическую часть и основное электротехническое и коммутационное оборудование ветроэлектрических установок; типы и принцип работы генераторов ветроэлектрических установок; основные режимы работы ветроэлектрического оборудования. Условия установки и работы ветроэлектрических установок, режимы их работы.

Уметь: Организовывать процесс поиска, самостоятельно осваивать материал и принимать решения по всем видам проводимых занятий. Находить требуемую информацию на бумажных и электронных носителях, в том числе, в сети Internet, запоминать необходимые сведения и производить их анализ. Применять основные методы расчетов, анализа результатов для решения профессиональных задач. Определять комплектацию и требуемые параметры электрической части ветроэлектрической установки. Применять, рассчитывать и производить выбор оборудования ветроэлектрических установок. Выбирать нужный режим эксплуатации ветровых энергетических установок.

Владеть: Навыками исследовательской работы, представлением о смежных технических дисциплинах. Основными математическими соотношениями, характеризующими работу ветроэлектрических установок, знать главные расчётные формулы, векторные диаграммы. Методами выбора основного электротехнического и коммутационного оборудования. Методами согласования аэродинамических характеристик ротора ветротурбины с электрическими характеристиками генераторов ветроэлектрических установок. Методами расчета генераторов, электрической части и основного электротехнического и коммутационного оборудования ветроэлектрических установок. Методами анализа режимов ветроэлектрических установок.

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

Изученные ранее дисциплины логически и содержательно связанные с дисциплиной, в процессе изучения которых сформированы базовые знания для изучения дисциплины: «Проектирование ВЭС и СЭС»; «Ветроэлектроустановки»; «Электрическая часть

энергоустановок НВИЭ».

Требования к «входным» знаниям, умениям и навыкам обучающегося, необходимым для освоения дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин: Знать: методологию изучения и методы исследования режимных свойств энергетических установок и систем; виды и способы планирования исследований и представления их результатов, анализа надежности и экономичности эксплуатации энергетических установок в электроэнергетической системе.

Уметь: применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромисса при решении задач многокритериальной оптимизации; использовать современные и перспективные компьютерные и информационные технологии.

Владеть: готовностью использовать методы анализа вариантов проектирования и эксплуатации солнечных и ветровых электростанций; навыками самостоятельной постановки и решения задач планирования, анализа и оценки режимов работы энергетических установок.

Теоретические дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины является теоретической и практической базой: «Энергоустановки на основе возобновляемых видов»; «Аккумуляирование энергии. Энергетические комплексы и их проектирование»; «Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук».

### 3. Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1. Содержание лекций

Разделы, темы, дидактические единицы <sup>1</sup>
Раздел 1. Основы теории ветроэнергетических установок  Принципы преобразования энергии ветра в электроэнергию. Непосредственное использование механической энергии и ее преобразование в электрическую. Классификация ветроэнергетических установок. Положение оси колеса ветроустановки по отношению к воздушному потоку. Ветроколесо с горизонтальной осью. Однолопастные, двухлопастные, многолопастные колеса. Формы лопастей. Вращающая сила – сила сопротивления и подъемная сила. Лобовое давление на ветроколесо. Крутящий момент. Коэффициент мощности, быстроходность. Оптимизация энергетических характеристик и работы ветротурбины
Раздел 2. Способы и устройства преобразования энергии ветра в электроэнергию  Согласование характеристик ротора ветротурбины и генератора. Способы достижения максимальной эффективности в работе ветротурбины. Типы электрических генераторов их характеристики и схемы, применяемые в ветроэлектрических установках. Способы соединения ветроколеса с преобразователем механической энергии. Характерные особенности ветрогенераторов. Выбор схемы электроснабжения и ее основных элементов. Выбор типа генератора. Схемы соединения источников. Элементы конструкции. Современные ветротурбины. Конструкции, принципы работы, достоинства и недостатки. Пути и задачи развития и совершенствования ветротурбин

<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..

### 3.2. Наименование лабораторных работ

Разделы, наименование лабораторных работ

### 3.3. Содержание практических занятий (семинаров)

Разделы, темы, дидактические единицы
<p>Раздел 1. Основы теории ветроэнергетических установок</p> <p>Принципы преобразования энергии ветра в электроэнергию. Непосредственное использование механической энергии и ее преобразование в электрическую. Классификация ветроэнергетических установок. Положение оси колеса ветроустановки по отношению к воздушному потоку. Ветроколесо с горизонтальной осью. Однолопастные, двухлопастные, многолопастные колеса. Формы лопастей. Вращающая сила – сила сопротивления и подъемная сила. Лобовое давление на ветроколесо. Крутящий момент. Коэффициент мощности, быстроходность. Оптимизация энергетических характеристик и работы ветротурбины</p>
<p>Раздел 2. Способы и устройства преобразования энергии ветра в электроэнергию</p> <p>Согласование характеристик ротора ветротурбины и генератора. Способы достижения максимальной эффективности в работе ветротурбины. Типы электрических генераторов их характеристики и схемы, применяемые в ветроэлектрических установках. Способы соединения ветроколеса с преобразователем механической энергии. Характерные особенности ветрогенераторов. Выбор схемы электроснабжения и ее основных элементов. Выбор типа генератора. Схемы соединения источников. Элементы конструкции. Современные ветротурбины. Конструкции, принципы работы, достоинства и недостатки. Пути и задачи развития и совершенствования ветротурбин</p>

### 3.4. Содержание самостоятельной работы

Разделы, темы, дидактические единицы
<p>Раздел 1. Основы теории ветроэнергетических установок</p> <p>Принципы преобразования энергии ветра в электроэнергию. Непосредственное использование механической энергии и ее преобразование в электрическую. Классификация ветроэнергетических установок. Положение оси колеса ветроустановки по отношению к воздушному потоку. Ветроколесо с горизонтальной осью. Однолопастные, двухлопастные, многолопастные колеса. Формы лопастей. Вращающая сила – сила сопротивления и подъемная сила. Лобовое давление на ветроколесо. Крутящий момент. Коэффициент мощности, быстроходность. Оптимизация энергетических характеристик и работы ветротурбины</p>

## Раздел 2. Способы и устройства преобразования энергии ветра в электроэнергию

Согласование характеристик ротора ветротурбины и генератора. Способы достижения максимальной эффективности в работе ветротурбины. Типы электрических генераторов их характеристики и схемы, применяемые в ветроэлектрических установках. Способы соединения ветроколеса с преобразователем механической энергии. Характерные особенности ветрогенераторов. Выбор схемы электроснабжения и ее основных элементов. Выбор типа генератора. Схемы соединения источников. Элементы конструкции. Современные ветротурбины. Конструкции, принципы работы, достоинства и недостатки. Пути и задачи развития и совершенствования ветротурбин

### 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. Никитенко, Г.В. Автономное электроснабжение потребителей с использованием энергии ветра [Электронный ресурс] : монография / Г.В. Никитенко, П.В. Коноплев. — Электрон. дан. — Ставрополь : СтГАУ, 2015. — 152 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/82183>.

2. Общая энергетика : учебник : 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: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447693>

3. 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>

#### 5.2. Дополнительная учебная литература

1. Твайделл Дж. Возобновляемые источники энергии / Дж. Твайделл, А. Уэйр. — М.: Энергоатомиздат, 1990. — 392 с.

2. Кривцов В.С. Неисчерпаемая энергия. Ветроэлектрогенераторы / Кривцов В.С., Олейников А.М., Яковлев А.И. — Х.: Нац.аэрокосм.ун-т, Харьк.авиацин-т; Севастполь: Севаст.нац.тех.ун-т, 2003. — 400 с. (Кн. 1).

3. Васько П.Ф. Системы электромеханического преобразования энергии ветра: дис. ... доктора техн. наук: 05.14.08 / Васько Петр Федосеевич. – К., 1998. – 343 с.
4. Оборудование возобновляемой и малой энергетики: Справочник-каталог / [под ред. П. П. Безруких]. – М.: ООО ИД «Энергия», 2005. – 248 с.
5. Даниленко А.И. Проблемы эксплуатации промышленной ветроэлектрической станции / А.И. Даниленко // Энергетика и электрификация. – 2005. – № 10. – С. 37 – 40.
6. Системы турбогенераторные ветровые. Часть 1: Требования безопасности. (IEC 61400-1:1999, IDT).
7. Системы турбогенераторные ветровые. Часть 11: Методика измерения акустического шума. (IEC 61400-11:1997, IDT).
8. Системы турбогенераторные ветровые. Часть 12: Испытания ветровых турбин для определения энергетических характеристик. (IEC 61400-12:1998, IDT).
9. Системы турбогенераторные ветровые. Часть 13: Измерение механических нагрузок. (IEC 61400-13:2001, IDT).
10. Системы турбогенераторные ветровые. Часть 22: Сертификация ветровых турбин. (IEC 61400-22:1999, IDT).
11. Системы турбогенераторные ветровые. Часть 23: Полное испытание конструкций лопастей. (IEC 61400-23:2001, IDT).
12. Системы турбогенераторные ветровые. Часть 24: Защита ветровых турбин от молнии. (IEC 61400-24:2000, IDT).
13. Системы турбогенераторные ветровые. Часть 21: Измерения и оценка характеристика качества энергии ветровых турбин, присоединенных к сети. (IEC 61400-21:2001, IDT).

### **5.3. Методические материалы**

1. Дидиков, А. Е. Теория и практика применения возобновляемых источников энергии. Система компетентностно-ориентированных заданий : учебно-методическое пособие / А. Е. Дидиков. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2016. — 55 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91376>

### **5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"**

- Официальный сайт правительства Российской Федерации.]. – Режим доступа: <http://www.government.ru>.
- Официальный сайт Министерства образования и науки Российской Федерации. – Режим доступа: <http://минобрнауки.рф>.
- Распорядительные и нормативные документы системы российского образования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://минобрнауки.рф>. – Загл. с экрана.
- Приказы Министерства образования и науки России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://минобрнауки.рф>. – Загл. с экрана.
- Университетская библиотека ONLINE : [электронная библиотечная система]. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru>.

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

<https://moodle.cfuv.ru>

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

Электронное обучение, дистанционные образовательные технологии; интерактивные лекции,

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

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



Реализация задач учебной дисциплины требует наличия лекционной аудитории, специализированного кабинета для семинарских занятий