



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Электроэнергетики и электротехники

УТВЕРЖДАЮ

Начальник учебно-методического управления

С.В. Михайлов

«30» июня 2020 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Нетрадиционные источники электроэнергии сооружений

направление подготовки/специальность 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений

Форма обучения заочная

Санкт-Петербург, 2020

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Нетрадиционные источники электроэнергии сооружений» является ознакомление студентов с видами нетрадиционных источников электроэнергии, принципами их работы и техническими характеристиками.

Задачей освоения дисциплины являются обеспечение студентов необходимым объемом теоретических и практических навыков, которые позволят понимать устройство действующих нетрадиционных источников электроэнергии и использовать эти знания в самостоятельной профессиональной деятельности.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ПКС-2 Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения и электрооборудования зданий и сооружений	ПКС-2.1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентноспособные варианты технических решений	<b>знает</b> виды и характеристики нетрадиционных источников электроэнергии, сферы их применения <b>умеет</b> находить актуальные данные в области современной нетрадиционной электроэнергетики <b>владеет навыками</b> навыками анализа вариантов и поиска оптимальных видов устройств нетрадиционной электроэнергетики
ПКС-2 Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения и электрооборудования зданий и сооружений	ПКС-2.2 Обосновывает выбор целесообразного решения	<b>знает</b> как осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных <b>умеет</b> представлять информацию в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий <b>владеет навыками</b> владеть навыками обоснования проектных решений
ПКС-2 Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения и электрооборудования зданий и сооружений	ПКС-2.3 Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений	<b>знает</b> порядок выполнения проектных работ и содержание готового проекта <b>умеет</b> представлять данные расчетов и проектирования в виде готового проекта <b>владеет навыками</b> навыками работы с нормативно-технической документацией

ПКС-2 участвовать проектировании электроснабжения электрооборудования зданий и сооружений	Способен в систем и	ПКС-2.4 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	<b>знает</b> необходимые методы исследования работы нетрадиционных источников электроэнергии <b>умеет</b> решать задачи выбора и (или) проектирования нетрадиционных источников электроэнергии с учетом требований эксплуатации <b>владеет навыками</b> навыками расчетов и проектирования нетрадиционных источников электроэнергии с учетом требований эксплуатации
--	------------------------------	---	---

### 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.09.11 основной профессиональной образовательной программы 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Физика	ОПК-2.5, ОПК-2.6
2	Теоретические основы электротехники	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3

Физика

знать:

основы физики, включая электричество и магнетизм.

Теоретические основы электротехники

знать:

основы электротехники.

уметь:

рассчитывать электрические нагрузки.

владеть:

методами расчета и (или) выбора источников электроэнергии.

### 4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		3
<b>Контактная работа</b>	16	16
Лекционные занятия (Лек)	8	8
Практические занятия (Пр)	8	8
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>	1,75	1,75
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	0,5	0,5
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,5	0,5
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача экзамена)	1,25	1,25
<b>Часы на контроль</b>	7,75	7,75
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	154	154

Общая трудоемкость дисциплины (модуля)		
часы:	180	180
зачетные единицы:	5	5

**5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**5.1. Тематический план дисциплины (модуля)**

№	Разделы дисциплины	Курс	Контактная работа (по учебным занятиям), час.			СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			Лекц	ПЗ	ЛР			
1.	1 раздел. Нетрадиционные и возобновляемые источники электроэнергии							
1.1.	Источники энергии. Классификация	3	2			14	16	ПКС-2.1, ПКС-2.2
2.	2 раздел. Солнечная электроэнергетика							
2.1.	Прямое преобразование солнечной энергии в электрическую	3	2	4		69	75	ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-2.4
3.	3 раздел. Ветроэнергетические установки (ВЭУ)							
3.1.	Ветроэнергетические установки (ВЭУ)	3	2	4		43	49	ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-2.4
4.	4 раздел. Аккумуляция энергии							
4.1.	Аккумуляция электрической энергии	3	2			28	30	ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-2.4
5.	5 раздел. Иная контактная работа							
5.1.	Иная контактная работа	3					1	ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-2.4
6.	6 раздел. Контроль							
6.1.	Контроль	3					9	ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-2.4

**5.2. Лекции**

№ п/п	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Источники энергии. Классификация	Источники энергии. Классификация Возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Невозобновляемые источники энергии (НВИЭ). Солнечная энергия. Ветровая энергия.

		Геотермальная энергия. Традиционная гидроэнергетика. Малая гидроэнергетика.
2	Прямое преобразование солнечной энергии в электрическую	Прямое преобразование солнечной энергии в электрическую Термоэлектрические преобразователи (ТЭП). Принцип работы и коэффициент полезного действия (КПД) ТЭП. Классификация ТЭП. Конструкция термоэлектрических генераторов (ТЭГ). Фотоэлектрические преобразователи (ФЭП). Классификация ФЭП.
3	Ветроэнергетические установки (ВЭУ)	Ветроэнергетические установки (ВЭУ) Параметры ВЭУ различной проектной мощности. Классификация ВЭУ по типу ветроколеса. ВЭУ с горизонтальной и вертикальной осью. Теория расчета ветроколес. Преобразование энергии ветра. Лобовое давление на ветроколесо. Крутящий момент. Некоторые режимы работы ветроколеса. Общая характеристика ветров и их анализ. Использование ветроколесом энергии ветра.
4	Аккумуляция электрической энергии	Аккумуляция электрической энергии Общие сведения об аккумуляции энергии. Сравнительные характеристики накопителей энергии. Механические, тепловые и водородные накопители энергии. Воздушно-аккумулирующие электростанции. Инерционные накопители. Тепловые накопители энергии. Водородные накопители энергии. Электрические накопители энергии.

### 5.3. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
2	Прямое преобразование солнечной энергии в электрическую	Расчет параметров солнечных элементов для питания осветительной установки Определить параметры фотоэлектрической энергетической системы на кремниевых солнечных элементах (СЭ), необходимой для заряда аккумуляторных батарей (АКБ), питающих осветительную установку.
3	Ветроэнергетические установки (ВЭУ)	Расчет параметров ветроэнергетической установки (ВЭУ) Определить: габариты ВЭУ при наибольшей экономичности конструкции; мощность (в том числе и пиковую мощность за весь исследуемый период) при рассчитанной ометаемой площади на каждой приведенной скорости ветра; стоимость киловатт-часа исследуемой ВЭУ.

### 5.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Источники энергии. Классификация	Источники энергии. Классификация Изучение лекционного и дополнительного материала, подготовка к тестированию, самостоятельное прохождение теста по теме. Подготовка к экзамену по данной тематике.
2	Прямое преобразование солнечной энергии в электрическую	Прямое преобразование солнечной энергии в электрическую Изучение лекционного и дополнительного материала, подготовка к тестированию, самостоятельное прохождение теста по теме. Подготовка к экзамену по данной тематике.
2	Прямое преобразование солнечной энергии в электрическую	Расчет термоэлектрического генератора (ТЭГ) Подготовка к контрольной работе. Оформление отчета. Доработка и исправление контрольной работы при необходимости.

2	Прямое преобразование солнечной энергии в электрическую	Расчет параметров солнечных элементов для питания осветительной установки Оформление отчета. Доработка и исправление отчета по практической работе при необходимости.
3	Ветроэнергетические установки (ВЭУ)	Ветроэнергетические установки (ВЭУ) Изучение лекционного и дополнительного материала, подготовка к тестированию, самостоятельное прохождение теста по теме. Подготовка к экзамену по данной тематике.
3	Ветроэнергетические установки (ВЭУ)	Расчет параметров ветроэнергетической установки (ВЭУ) Оформление отчета. Доработка и исправление отчета по практической работе при необходимости.
4	Аккумуляция электрической энергии	Аккумуляция электрической энергии Изучение лекционного и дополнительного материала, подготовка к тестированию, самостоятельное прохождение теста по теме. Подготовка к экзамену по данной тематике.

## 6. Перечень методических материалов для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, и практических занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к выполнению контрольной работы;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к экзамену.

Залогом успешного освоения этой дисциплины является обязательное посещение лекционных и практических занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется в рамках выполнения практических заданий, решения тестов, других форм, предусмотренных РПД.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД для студентов заочной формы обучения.

При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на тестовые вопросы по теме, используя материалы ФОС, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;
- выполнить контрольную работу, предусмотренную РПД;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является экзамен. Экзамен проводится по расписанию сессии. Форма проведения занятия – тестирование. Студенты, не прошедшие аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

## 7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Источники энергии. Классификация	ПКС-2.1, ПКС-2.2	Тестирование в Moodle.
2	Прямое преобразование солнечной энергии в электрическую	ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-2.4	Тестирование в Moodle. Практическая работа. Контрольная работа.
3	Ветроэнергетические установки (ВЭУ)	ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-2.4	Тестирование в Moodle. Практическая работа.
4	Аккумуляция электрической энергии	ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-2.4	Тестирование в Moodle.
5	Иная контактная работа	ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-2.4	

6	Контроль	ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-2.4	
---	----------	---------------------------------------	--

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Для проверки сформированности индикатора достижения компетенций ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-2.4.

Подробные задания и указания к ним размещены в Moodle:  
<https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=3656>

Контрольная работа. Расчет термоэлектрического генератора (ТЭГ)

Определить:

- 1) максимальную термоэлектрическую эффективность (добротность  $Z$ );
- 2) число последовательно соединенных термопар ( $n$ );
- 3) ЭДС ТЭГ;
- 4) размеры каждой из ветвей термопары (площади поперечного сечения; длины);
- 5) тепловую мощность на входе и на выходе без нагрузки и при полной (максимальной) нагрузке;
- 6) КПД ТЭГ.

Для простоты принять, что длина ветвей А и В одинакова (при этом площади их поперечного сечения могут быть разными).

Термопары соединяются последовательно.

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

Оценка «отлично» (зачтено)	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;</li> <li>- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;</li> <li>- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;</li> <li>- применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий;</li> <li>- грамотно обосновывает ход решения задач;</li> <li>- безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;</li> <li>- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</li> </ul>
-------------------------------	---



<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</p> <p>навыки: - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений</p>
<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи</p> <p>навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;</p> <p>умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок</p> <p>навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Для проверки сформированности индикатора достижения компетенций ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-2.4.

Вопросы с рисунками и указанием числа вопросов по каждой теме в экзаменационном тесте размещены в Moodle: <https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=3656>

1. Какие источники энергии относятся к невозобновляемым?
2. Какому виду альтернативной энергетики прогнозируют наибольший рост?
3. Какой из видов возобновляемой энергетики занимает ведущую позицию на данный момент?
4. Какие виды преобразования энергии вызваны энергией Солнца?
5. Энергия ветра – это ...
6. В солнечной энергетике преимущественно используется энергия Солнца в виде...
7. Для чего предназначен солнечный коллектор?
8. Термоэлектрогенератор – это устройство для...
9. Энергоносителями в геотермальной энергетике могут являться...
10. Гидроэлектростанции какой мощности относятся к малой гидроэнергетике?
11. Приливная энергия – это...
12. Как зависит скорость распространения излучений от частоты и длины волны?
13. Что понимается под электромагнитным излучением?
14. Укажите верные выражения для энергии фотона.
15. Фотон – это...
16. К какому виду излучений относится оптическое излучение?
17. Укажите верное выражение для термо-ЭДС.
18. В чем состоят недостатки термоэлектрических генераторов?
19. На каком эффекте основана работа термоэлектрических генераторов?
20. Что необходимо для возникновения термо-ЭДС?
21. Какие виды теплообмена существуют?
22. Что такое теплообмен?
23. Что такое теплоемкость?
24. Что является носителем излучения в лучистом теплообмене?
25. Какие требования предъявляются к термоэлектрическим материалам?
26. У какого вида материалов наблюдается максимальная термоэлектрическая эффективность?
27. В основе работы фотоэлектрического преобразователя лежат...
28. Основным материал для изготовления фотоэлектрических преобразователей – это...
29. Ширина запрещенной зоны полупроводников составляет...
30. В чем заключаются особенности полупроводниковых материалов?
31. Каким полупроводникам присуща собственная электропроводность?
32. В каком случае в полупроводнике возникает примесная проводимость р типа?
33. В каком случае в полупроводнике возникает примесная проводимость n типа?
34. Какие ветры относятся к глобальным?
35. Чем характеризуется западный ветер (выберите верные утверждения)?
36. Ветер характеризуется...
37. Мощность ветродвигателя на валу ветроколеса без учета потерь в передачах и подшипниках определяется выражениями...
38. Ветроэнергетические установки класса А – это установки...
39. Какое количество лопастей, как правило, имеют быстроходные ветроколеса?
40. Ветроколеса с большим геометрическим заполнением...
41. Ветроколеса, использующие для вращения силу сопротивления, как правило, имеют линейную скорость ...
42. С какими видами ветроколес могут применяться концентраторы воздушного потока?
43. Каковы преимущества вертикально-осевых ветроэнергетических установок?
44. С помощью какой силы вращаются ветроколеса, изображенные на рисунках?
45. Ометаемая площадь ротора для ветроколес Дарье определяется формулой...

46. Чему равно максимальное значение для коэффициента использования энергии ветра (критерий Бетца)?

47. Выберите среди накопителей энергии те, которые могут хранить накопленную энергию неограниченное время.

48. Укажите накопитель энергии с минимальным временем разряда.

49. Какая компоновка гидроаккумулирующих электростанций наиболее эффективна?

50. Какие накопители энергии относятся к механическим?

51. Какой из перечисленных электрохимических накопителей энергии наиболее подвержен эффекту памяти?

52. Какой из перечисленных электрохимических накопителей энергии хуже работает при отрицательных значениях температуры?

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Для проверки сформированности индикатора достижения компетенций ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-2.4.

Подробные задания и указания к ним размещены в Moodle: <https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=3656>

Практическая работа №1. Расчет параметров солнечных элементов для питания осветительной установки

Определить параметры фотоэлектрической энергетической системы на кремниевых СЭ, необходимой для заряда АКБ:

- 1) найти количество элементов;
  - 2) рассчитать ежедневный расход заряда (емкости) АКБ ( $A \cdot ч$ ) осветительной установкой;
  - 3) рассчитать заряд ( $A \cdot ч$ ), который требуется ежедневно от БСЭ с учетом КПД АКБ;
  - 4) рассчитать ток заряда АКБ ( $A$ ), который будет давать БСЭ, при времени  $t_0$ ;
  - 5) оценить размеры (площадь) требуемой БСЭ с учетом плотности тока;
  - 6) рассчитать параметры каждого СЭ с учетом общей площади БСЭ (при СЭ круглой формы);
  - 7) рассчитать время ( $ч$ ), необходимое для заряда АКБ до 100 % из полностью разряженного состояния с помощью БСЭ при зарядном токе, рассчитанном в п. 4;
  - 8) рассчитать мощность осветительной установки ( $Вт$ );
  - 9) рассчитать мощность БСЭ ( $Вт$ ) с учетом КПД АКБ;
  - 10) рассчитать габаритные размеры ( $см$ ) отдельного СЭ (при СЭ квадратной формы);
  - 11) изобразить БСЭ, АКБ и осветительную установку в виде электрической схемы. Осветительную установку обозначить в виде стандартной электрической нагрузки (сопротивления).
- Для БСЭ и АКБ использовать общепринятые обозначения на схемах.

Практическая работа №2. Расчет параметров ветроэнергетической установки (ВЭУ)

Определить:

- 1) габариты ВЭУ при наибольшей экономичности конструкции:
    - ометаемую площадь ротора;
    - диаметр ротора;
    - площадь лопасти;
    - длину лопастей;
    - хорду;
    - высоту мачты (башни).
  - 2) мощность (в том числе и пиковую мощность за весь исследуемый период) при рассчитанной ометаемой площади  $A$  на каждой приведенной скорости ветра;
  - 3) стоимость киловатт-часа исследуемой ВЭУ;
  - 4) оценить, как изменится мощность установки, если ее расположить на горе высотой 4000 м над уровнем моря. Распределение скоростей принять то же. Учесть изменение атмосферного давления.
- В данной работе расчет и выбор накопителя энергии (АКБ) опускается.  
Использовать вертикально-осевую ВЭУ с трехлопастным ротором ( $n = 3$ ).  
Принять коэффициент заполнения (компактность) одноярусной трехлопастной турбины за

0,35 при относительном удлинении лопастей 2.

Электрическую мощность рассчитывать при идеальном коэффициенте использования энергии ветра (КИЭВ)  $\xi = 0,48$ .

#### 7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

#### 7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим

порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.3.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

Экзаменационный тест включает теоретические вопросы, соответствующие содержанию формируемых компетенций.

Экзамен проводится в форме тестирования, на которое отводится 90 минут.

#### 7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка

знания	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-существенные пробелы в знаниях учебного материала;</li> <li>-допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий;</li> <li>-непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-знания теоретического материала;</li> <li>-неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;</li> <li>-неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала;</li> <li>- знания теоретического материала</li> <li>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития;</li> <li>-правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала;</li> <li>-полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий;</li> <li>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории,</li> <li>-логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</li> </ul>
умения	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>

владение навыками	Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.	Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.	Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.	Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.
-------------------	--	---	--	--

## 8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<b><u>Основная литература</u></b>		
1	Елистратов В. В., Использование возобновляемой энергии, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2010	<a href="http://www.iprbookshop.ru/43948.html">http://www.iprbookshop.ru/43948.html</a>
2	Губарев В. Я., Арзамасцев А. Г., Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии, Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/55117.html">http://www.iprbookshop.ru/55117.html</a>
3	Казарян В. А., Подземные аккумуляторы энергоносителей в энергетике, Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2013	<a href="http://www.iprbookshop.ru/28908.html">http://www.iprbookshop.ru/28908.html</a>
4	Министерство автомобильного транспорта РСФСР, Государственный научно-исследовательский институт автомобильного транспорта, Аккумуляторные батареи (эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт), М.: Транспорт, 1970	2
5	Ферт А. Р., Хаванский В. М., Писаренко Л. Е., Использование солнечной энергии, М., 1977	2
6	Удалов С. Н., Возобновляемые источники энергии, Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/47686.html">http://www.iprbookshop.ru/47686.html</a>
<b><u>Дополнительная литература</u></b>		
1	Безруких П. П., Справочник ресурсов возобновляемых источников энергии России и местных видов топлива. Показатели по территориям, Москва: Энергия, Институт энергетической стратегии, 2007	<a href="http://www.iprbookshop.ru/3686.html">http://www.iprbookshop.ru/3686.html</a>

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Нетрадиционные источники энергии. Расчетно-графические работы: мет. указания для студентов направления 13.03.02. / сост. Д. В. Горлатов. Рукопись, подготовленная к изданию	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/pluginfile.php/322424/mod_resource/content/4/NIE_RGR.pdf">https://moodle.spbgasu.ru/pluginfile.php/322424/mod_resource/content/4/NIE_RGR.pdf</a>
ГОСТ Р 54531-2011 Нетрадиционные технологии. Возобновляемые и альтернативные источники энергии. Термины и определения. М.: Стандартиформ, 2013. (УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 ноября 2011 года N 610-ст).	<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200097331">http://docs.cntd.ru/document/1200097331</a>
ГОСТ Р 51237-98 Нетрадиционная энергетика. Ветроэнергетика. Термины и определения. М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. (УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 25 декабря 1998 г. N 460).	<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200026449">http://docs.cntd.ru/document/1200026449</a>
ГОСТ Р 51991-2002 Нетрадиционная энергетика. Ветроэнергетика. Установки ветроэнергетические. Общие технические требования. М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. (ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 25 декабря 2002 г. N 516-ст).	<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200031494">http://docs.cntd.ru/document/1200031494</a>
ГОСТ Р 51594-2000 Нетрадиционная энергетика. Солнечная энергетика. Термины и определения. М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. (УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 21 апреля 2000 г. N 119-ст).	<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200026446">http://docs.cntd.ru/document/1200026446</a>
ГОСТ Р 51597-2000 Нетрадиционная энергетика. Модули солнечные фотоэлектрические. Типы и основные параметры. М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. (УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 21 апреля 2000 г. N 122-ст).	<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200026448">http://docs.cntd.ru/document/1200026448</a>
250-ФЗ. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с осуществлением мер по реформированию Единой энергетической системы России (с изменениями на 6 декабря 2011 года) (редакция, действующая с 1 января 2012 года).	<a href="http://docs.cntd.ru/document/902069304">http://docs.cntd.ru/document/902069304</a>

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "IPRbooks"	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации в области строительства и проектирования, безопасности и охраны труда, энергетики и нефтегаза, права.	<a href="http://docs.cntd.ru">http://docs.cntd.ru</a>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
Microsoft Windows 10 Pro	Standard Enrollment 58300688, дата окончания 2020-12-31, Campus 3 61795673
Microsoft Office 2016	Standard Enrollment 58300688, дата окончания 2020-12-31, Campus 3 61795673

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа - комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска маркерная белая эмалевая, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Internet.

Компьютерная аудитория - рабочие места с ПК (стол компьютерный, системный блок, монитор, клавиатура, мышь), стол рабочий, подключение к компьютерной сети ГАСУ, выход в Internet.

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.