

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Д. К. Кугучева

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Учебно-методическое пособие – локальный электронный методический материал по изучению дисциплины для студентов бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2023

УДК 621.311

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры энергетики
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
М. С. Харитонов

Кугучева, Д. К.

Возобновляемые источники энергии: учебно-методическое пособие – локальный электронный методический материал по изучению дисциплины для студентов бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / **Д. К. Кугучева.** – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 23 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины содержится рекомендации по изучению теоретического материала. Дано описание видов текущего контроля, критерии оценок и условия допуска к промежуточной аттестации.

Табл. – 4, рис. – 1, список литературы – 10 наименований

Локальный электронный методический материал. Учебно-методическое пособие. Рекомендовано к использованию в учебном процессе методической комиссией института морских технологий, энергетики и строительства 28.06.2023 г., протокол №10

УДК 621.311

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2023 г.

Оглавление

Введение	4
1. Тематический план дисциплины	7
2. Содержание дисциплины.....	7
3. Материалы для контрольной работы	17
4. Методические указания по самостоятельной работе студентов	20
Заключение.....	21
Библиографический список.....	22

Введение

Дисциплина «Возобновляемые источники энергии» обеспечивает формирование у обучающихся готовности к использованию системы знаний и умений в области возобновляемой энергетики.

Целью освоения дисциплины является овладение знаниями и умениями в области перспективы использования альтернативных источников энергии.

Задачами изучения дисциплины является освоение понятий энергетические ресурсы и источники энергии и анализ методов рационального использования энергетических ресурсов.

По завершении изучения дисциплины «Возобновляемые источники энергии» у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

знать:

- основные традиционные и нетрадиционные возобновляемые источники энергии;
- энергетический потенциал возобновляемых источников энергии;
- принципы и методы практического использования возобновляемых источников энергии;

уметь:

- планировать и проводить исследования в области использования альтернативных источников энергии;
- рассчитывать тепловые схемы объектов с возобновляемыми источниками энергии;

владеть:

- навыками анализа информации о технических параметрах энергетических установок, использующих возобновляемые источники энергии;
- терминологией в области альтернативной энергетики;
- проблематикой применения возобновляемых источников энергии

Текущая и промежуточная аттестация студентов

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания (для студентов всех форм обучения);
- задания и контрольные вопросы по темам лабораторных работ (для студентов всех форм обучения);
- задания по контрольной работе (для студентов заочной формы обучения).

Тестовые задания используются для оценки уровня освоения тем дисциплины студентами. Тестирование обучающихся может проводиться аудиторно или дистанционно с использованием ЭИОС университета. По итогам выполнения тестовых заданий оценка выставляется по четырехбалльной шкале в соответствии с критериями, представленными в таблице 1.

Задания по темам практических занятий приведены в учебно-методическом пособии по практическим занятиям.

Задания по контрольной работе для студентов заочной формы обучения приведены в разделе 3 данного пособия. По итогам выполнения контрольной работы оценка выставляется по системе «зачтено / не зачтено» в соответствии с критериями, представленными в таблице 1.

Промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета (зачета с оценкой) проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости. Контрольные вопросы по дисциплине, которые при необходимости (в случае не прохождения обучающимся всех видов текущего контроля) могут быть использованы для промежуточной аттестации, приведены в фонде оценочных средств дисциплины. Оценка за зачет выставляется по четырехбалльной шкале в соответствии с критериями, представленными в таблице 1.

Критерии оценивания результатов освоения дисциплины

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
Критерий	«не зачтено»		«зачтено»	
1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полной знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в

				рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые курсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

Структура учебно-методического пособия

Структура учебно-методического пособия представлена тематическим планом изучаемой дисциплины, содержащим: темы занятий; содержание занятий; указания для самостоятельной работы студентов по изучению отдельных тем; задание по контрольной работе для студентов заочной формы обучения; список рекомендованной литературы.

1. Тематический план дисциплины

Дисциплина изучается в пятом семестре при очной форме обучения и в шестом семестре при заочной форме обучения. Темы занятий приведены в таблице 2. По каждой теме дисциплины предусмотрены лекционные занятия и самостоятельная работа студентов. Общее закрепление теоретического материала на практике достигается при выполнении лабораторных работ (Возобновляемые источники энергии: учеб.-метод. пособие по выполнению лабораторных работ для студентов бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / М. С. Харитонов, Д. К. Кугучева. – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 100 с.). Для студентов заочной формы обучения предусмотрено выполнение контрольной работы (раздел 3).

Таблица 2 – Темы занятий по дисциплине

№ п/п	Темы занятий по дисциплине
1	Тема 1. Общая характеристика возобновляемых источников энергии
2	Тема 2. Современное состояние развития ВИЭ в мире и России
3	Тема 3. Солнечная энергетика
4	Тема 4. Источник солнечного излучения и его особенности
5	Тема 5. Солнечные тепловые системы и их компоненты
6	Тема 6. Фотоэлектрические преобразователи
7	Тема 7. Ветровая энергетика
8	Тема 8. Энергетические характеристики и элементы конструкций ветроэнергетических установок.
9	Тема 9. Основные параметры ветроэнергетических установок
10	Тема 10. Малая гидроэнергетика
11	Тема 11. Геотермальная энергетика
12	Тема 12. Биомасса как источник энергии
13	Тема 13. Накопление электрической энергии
14	Тема 14. Накопление потенциальной и кинетической энергии
15	Тема 15. Автономные системы электроснабжения на базе ВИЭ

2. Содержание дисциплины

Методические указания по проведению лекционных занятий

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

Тема 1. Общая характеристика возобновляемых источников энергии

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Цель и задачи дисциплины.
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
3. Планируемые результаты освоения дисциплины.
4. Энергетические ресурсы и их классификация.
5. Виды и характеристика возобновляемых источников энергии.
6. Достоинства и недостатки традиционных и возобновляемых источников энергии.
7. Экономические аспекты использования ВИЭ для производства электроэнергии.
8. Появление концепции устойчивого развития: история вопроса и современное состояние.

Вопросы для самоконтроля:

1. Россия и устойчивое развитие: проблемы перехода.
2. Глобальные и региональные проблемы устойчивого развития.
3. Современное состояние мирового производства электроэнергии на базе ВИЭ.
4. Экологические проблемы использования невозобновляемых ресурсов.

Рекомендуемая литература:

1. Алхасов, А.Б. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие / А.Б. Алхасов. – М.: МЭИ, 2011. – 270 с.
2. Сибикин, Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: [учебное пособие] / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: РадиоСлфт, 2009. – 229с.

Тема 2. Современное состояние развития ВИЭ в мире и России

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Состояние ВИЭ в мире.
2. Состояние ВИЭ в России.
3. Общий прогноз развития ВИЭ.
4. Поддержка возобновляемых источников энергии.

Вопросы для самоконтроля:

1. Развитие гидроэнергетики.
2. Развитие ветроэнергетики.
3. Развитие солнечной энергетики.
4. Развитие биоэнергетики.
5. Развитие геотермальной энергетики.

Рекомендуемая литература:

1. Алхасов, А.Б. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие / А.Б. Алхасов. – М.: МЭИ, 2011. – 270 с.
2. Сибикин, Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: [учебное пособие] / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: РадиоСлфт, 2009. – 229с.

Тема 3. Солнечная энергетика

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Общая характеристика солнечного излучения.
2. Основные недостатки и перспективы солнечной энергетики.
3. Ресурсы солнечной энергии.
4. Особенности конструкции и работы солнечных фотоэлектрических установок.

Вопросы для самоконтроля:

1. Виды электростанций, работающих на энергии Солнца.
2. Солнечная энергия на поверхности Земли и ее составляющие.

Рекомендуемая литература:

1. Алхасов, А.Б. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие / А.Б. Алхасов. – М.: МЭИ, 2011. – 270 с.
2. Сибикин, Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: [учебное пособие] / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: РадиоСлфт, 2009. – 229с.

Тема 4. Источник солнечного излучения и его особенности

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Приборы и точность измерения солнечной радиации.

2. Геометрия приемной площадки и Солнца.
3. Продолжительность солнечного излучения, склонение Солнца, часовой угол и методы их расчета.
4. Влияние различных переменных на приход солнечного излучения на горизонтальную площадку.

Вопросы для самоконтроля:

1. Принцип расчета склонения Солнца и продолжительности солнечного сияния, основные влияющие параметры.
2. Зависимость угла падения солнечного излучения от ориентации фотоэлектрической панели.

Рекомендуемая литература:

1. Алхасов, А.Б. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие / А.Б. Алхасов. – М.: МЭИ, 2011. – 270 с.
2. Сибикин, Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: [учебное пособие] / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: РадиоСлфт, 2009. – 229с.

Тема 5. Солнечные тепловые системы и их компоненты

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Виды солнечных коллекторов.
2. Тепловой баланс и характеристики солнечного коллектора.
3. Бак, аккумулятор и другие компоненты солнечного контура.
4. Солнечные тепловые установки.

Вопросы для самоконтроля:

1. Типы и характеристики бытовых коллекторов.
2. Расчет мощности солнечного коллектора.

Рекомендуемая литература:

1. Алхасов, А.Б. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие / А.Б. Алхасов. – М.: МЭИ, 2011. – 270 с.
2. Сибикин, Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: [учебное пособие] / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: РадиоСлфт, 2009. – 229 с.

Тема 6. Фотоэлектрические преобразователи

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Фотоэлектричество.
2. Технические требования к солнечным элементам.
3. Основные энергетические характеристики солнечных модулей.
4. Методика определения рабочих параметров фотоэлектрического солнечного модуля.
5. Работа солнечных фотоэлектрических установок на зарядку аккумуляторных батарей.
6. Автономные инверторы солнечных электростанций.

Вопросы для самоконтроля:

1. Схемы использования солнечной энергии.
2. Основные параметры фотоэлектрической панели.
3. Принцип преобразования солнечного излучения в электрическую энергию в фотоэлектрических панелях.
4. Традиционные схемы инверторов

Рекомендуемая литература:

1. Алхасов, А.Б. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие / А.Б. Алхасов. – М.: МЭИ, 2011. – 270 с.
2. Сибикин, Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: [учебное пособие] / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: РадиоСлфт, 2009. – 229с.

Тема 7. Ветровая энергетика

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Характеристика ветра.
2. Расчёт ресурсов и экономической эффективности ветровой энергетики.
3. Запасы энергии ветра и возможности ее использования.
4. Этапы развития ветроэнергетики.
5. Ветроэнергетические установки.

Вопросы для самоконтроля:

1. Климатологические характеристики ветровой энергии.
2. Энергетические характеристики ветра.
3. Преимущества и недостатки использования ветровой энергии.

Рекомендуемая литература:

1. Алхасов, А.Б. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие / А.Б. Алхасов. – М.: МЭИ, 2011. – 270 с.
2. Сибикин, Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: [учебное пособие] / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: РадиоСлфт, 2009. – 229с.

Тема 8. Энергетические характеристики и элементы конструкций ветроэнергетических установок

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Классификация ветроустановок.
2. Основы теории ветроэнергетических установок.
3. Элементы конструкции ветроустановок.
4. Главные схемы электрических соединений ВЭУ.
5. Схемы сетевых ВЭУ.
6. Ветродизельные системы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Основные элементы ВЭУ.
2. Схемы электрических соединений ВЭС.
3. Малые ветроустановки и их использование.

Рекомендуемая литература:

1. Алхасов, А.Б. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие / А.Б. Алхасов. – М.: МЭИ, 2011. – 270 с.
2. Сибикин, Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: [учебное пособие] / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: РадиоСлфт, 2009. – 229с.

Тема 9. Основные параметры ветроэнергетических установок

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Режимы работы ветроэнергетических установок.
2. Основные требования к ВЭУ.
3. Расчет установленной мощности ветроэнергетической установки.
4. Особенности выбора ВЭУ.
5. Расчет количества вырабатываемой электроэнергии при известных скоростях ветра.

Вопросы для самоконтроля:

1. Методы расчета выработки электроэнергии ВЭУ.
2. Оценка повторяемости скоростей ветра.
3. Расчет мощности с использованием характеристик ветроэнергетической установки.

Рекомендуемая литература:

1. Алхасов, А.Б. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие / А.Б. Алхасов. – М.: МЭИ, 2011. – 270 с.
2. Сибикин, Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: [учебное пособие] / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: РадиоСлфт, 2009. – 229с.

Тема 10. Малая гидроэнергетика

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Ресурсы и преимущества малой гидроэнергетики.
2. Классификация, особенности конструкции и работы малых ГЭС (МГЭС).
3. Расчет электрической мощности МГЭС.
4. Выбор генератора электроэнергии.
5. Способы стабилизации параметров генерируемой электроэнергии.
6. Параллельная работа МГЭС в автономной сети.

Вопросы для самоконтроля:

1. Малая, мини - и микрогидроэнергетика: основные понятия и определения.
2. Классификация малых ГЭС (МГЭС) в мире и России.
3. Конструктивные особенности МГЭС

Рекомендуемая литература:

1. Алхасов, А.Б. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие / А.Б. Алхасов. – М.: МЭИ, 2011. – 270 с.
2. Сибикин, Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: [учебное пособие] / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: РадиоСлфт, 2009. – 229 с.

Тема 11. Геотермальная энергетика

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Источники геотермального тепла.
2. Способы и методы использования геотермального тепла в мире.
3. Использование геотермального тепла в Российской Федерации.
4. Конструктивные особенности ГЕОЭС России.
5. Перспективы развития геотермальной энергетики.

Вопросы для самоконтроля:

1. Принцип работы теплового насоса.
2. Потенциал геотермальной энергетики в России.
3. Классы подразделения геотермальных районов по величине температурного градиента.

Рекомендуемая литература:

1. Алхасов, А.Б. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие / А.Б. Алхасов. – М.: МЭИ, 2011. – 270 с.
2. Сибикин, Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: [учебное пособие] / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: РадиоСлфт, 2009. – 229 с.

Тема 12. Биомасса как источник энергии

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Источники биомассы.
2. Основные физико-химические и теплотехнические свойства биомассы.
3. Технология получения тепловой и электрической энергии на основе переработки биосырья.
4. Устройство и принцип работы машин и оборудования для производства тепловой и электрической энергии.
5. Технологические процессы производства биогаза.

Вопросы для самоконтроля:

1. Потенциал биоэнергетики в России.
2. Технологии биоэнергетики.
3. Основные технологии сжигания биомассы.
4. Биогазовые установки.

Рекомендуемая литература:

1. Алхасов, А.Б. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие / А.Б. Алхасов. – М.: МЭИ, 2011. – 270 с.
2. Сибикин, Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: [учебное пособие] / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: РадиоСлфт, 2009. – 229с.

Тема 13. Накопление электрической энергии

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Емкостные накопители энергии.
2. Электрохимические накопители энергии.
3. Электрохимические генераторы (топливные элементы).
4. Сверхпроводниковые индуктивные накопители энергии.

Вопросы для самоконтроля:

1. Перспективы развития отрасли накопителей электроэнергии в России и мире.
2. Принцип работы накопителей электроэнергии различных видов.
3. Применение накопителей электроэнергии с ВИЭ.

Рекомендуемая литература:

1. Алхасов, А.Б. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие / А.Б. Алхасов. – М.: МЭИ, 2011. – 270 с.
2. Сибикин, Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: [учебное пособие] / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: РадиоСлфт, 2009. – 229с.

Тема 14. Накопление потенциальной и кинетической энергии

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Гидроаккумулирующие электростанции.
2. Воздушно-компрессорные накопители энергии.
3. Инерционные накопители энергии (маховики и супермаховики).
4. Электромеханические накопители.

Вопросы для самоконтроля:

1. Перспективы развития накопителей потенциальной и кинетической энергии в России и мире.
2. Принцип работы гидроаккумулирующих электростанций.

3. Основные преимущества и недостатки накопителей потенциальной и кинетической энергии.

Рекомендуемая литература:

1. Алхасов, А.Б. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие / А.Б. Алхасов. – М.: МЭИ, 2011. – 270 с.

2. Сибикин, Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: [учебное пособие] / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: РадиоСлфт, 2009. – 229с.

Тема 15. Автономные системы электроснабжения на базе ВИЭ

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Назначение, классификация и перспективы автономных систем электроснабжения.

2. Критерии эффективности и требования к автономным системам электроснабжения.

3. Обоснование целесообразности применения ВИЭ в автономных системах.

4. Структурные решения автономных систем электроснабжения на базе ВИЭ.

Вопросы для самоконтроля:

1. Ветро-газопоршневые электростанции.

2. Ветро-солнечные электростанции.

3. Комбинированные электростанции.

4. Способы построения оптимальной структуры автономной системы электроснабжения.

Рекомендуемая литература:

1. Алхасов, А.Б. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие / А.Б. Алхасов. – М.: МЭИ, 2011. – 270 с.

2. Сибикин, Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: [учебное пособие] / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: РадиоСлфт, 2009. – 229с.

3. Материалы для контрольной работы

Задание по контрольной работе, выполняемой студентами заочной формы обучения, предполагает расчет автономной ветро-солнечной электростанции. Подготовка работы осуществляется студентом самостоятельно с использованием лекционного материала и учебной литературы.

Контрольная работа предполагает расчеты по следующим разделам:

- Расчет мощности солнечной и ветроэнергетической установки;
- Оптимизация состава генерирующего оборудования.

Задание на контрольную работу выдается студентам индивидуально и включает параметры нагрузки потребителя, паспортные характеристики фотоэлектрических модулей, паспортные характеристики ветроэнергетической установки, сводку метеорологических данных местности проектирования.

Задание

Максимальная нагрузка бытового потребителя равна (P). Утренний максимум нагрузки с 6:00 до 9:00 равен ($N1$) от вечернего максимума; дневная нагрузка с 13:00 до 16:00 составляет ($N2$) от вечернего максимума, вечерний максимум нагрузки имеет продолжительность 4 часа – с 18:00 до 22:00, ночная нагрузка – с 23:00 до 05:00 составляет ($N3$) от вечернего максимума. В остальное время нагрузка равна ($N4$) от вечернего максимума.

Данные вариантов приведены в таблице 3.1. Паспортные характеристики ФЭП приведены в таблице 3.2. Паспортные характеристики ВЭУ приведены в таблице 3.3.

Метеорологические данные и данные по инсоляции принять с сайта. Выбрать Калининградскую область, формат расчета: Hourly data.

Mounting type: Fixed

Optimize slope and azimuth

Принять температуру панелей равной температуре окр. среды.

Какое минимальное количество фотоэлектрических панелей и ветроэнергетических установок необходимо установить для обеспечения данного бытового потребителя электроэнергией от ВИЭ на 100% для каждого из сезонов, в год? (Стоимость 1 ФЭП – 11 т.руб, 1 ВЭУ- 290 т.руб. Критерий расчета – минимум первоначальных затрат). Какое количество генерирующего оборудования необходимо для годового обеспечения потребителя электроэнергией от ВИЭ на 75 %, 55%, 30%?

Таблица 3.1 – Данные для решения задачи

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P, кВт	20	25	30	10	15	20	25	30	10	15	20	25
N1, %	35	40	45	50	35	40	45	50	35	40	45	50
N2, %	25	30	35	40	25	30	35	40	25	30	35	40
N3, %	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20
N4, %	12	17	22	12	17	22	12	17	22	12	17	22
Даты для рас- чета:	15.03	15.02	15.01	23.01	12.03	02.04	07.03	12.02	07.01	03.01	02.03	02.02
	15.06	15.05	15.04	24.04	23.05	23.06	08.06	13.05	08.04	04.04	03.06	03.05
	15.08	15.07	15.06	25.07	24.09	14.10	09.08	14.07	09.06	05.06	04.08	04.07
	15.12	25.11	15.10	26.10	15.12	05.12	10.12	15.11	10.10	06.10	05.12	05.11

Таблица 3.2 – Паспортные характеристики фотоэлектрической панели HVL-250/НТ

Параметр	Значение
Номинальная мощность, Вт	250
Напряжение хх, В	41,62
Напряжение в точке пиковой мощности, В	32,15
Ток КЗ, А	8,32
Ток в точке пиковой мощности, А	7,67
Температурный коэффициент пиковой мощности, %/°С	-0,7509
Зависимость выходной мощности от приходящей на поверхность фотопанели инсоляции	$P=0,2465 \cdot G - 0,1378$, где G – инсоляция, Вт/м ²
Температура при нормальных условиях эксплуатации (НОСТ), °С	25
Рабочая температура, °С	-40 до +85
Масса, кг	19

Таблица 3.3 - Паспортные характеристики ВЭУ GS-3

Модель	GS-3
Производитель	Деалан Энерго
Страна производитель	Россия
Тип ветрогенератора	Вертикально-осевой
Установленная мощность, кВт	3
Выходное напряжение, В	220 - 380
Частота, Гц	50
Ориентация на ветер	Не требуется
Рабочая скорость ветра, м/с	2-40
Номинальная скорость ветра, м/с	10
Рабочая температура	-40 до +50
Тип генератора	На неодимовых магнитах
Уровень шума	<30 Дб

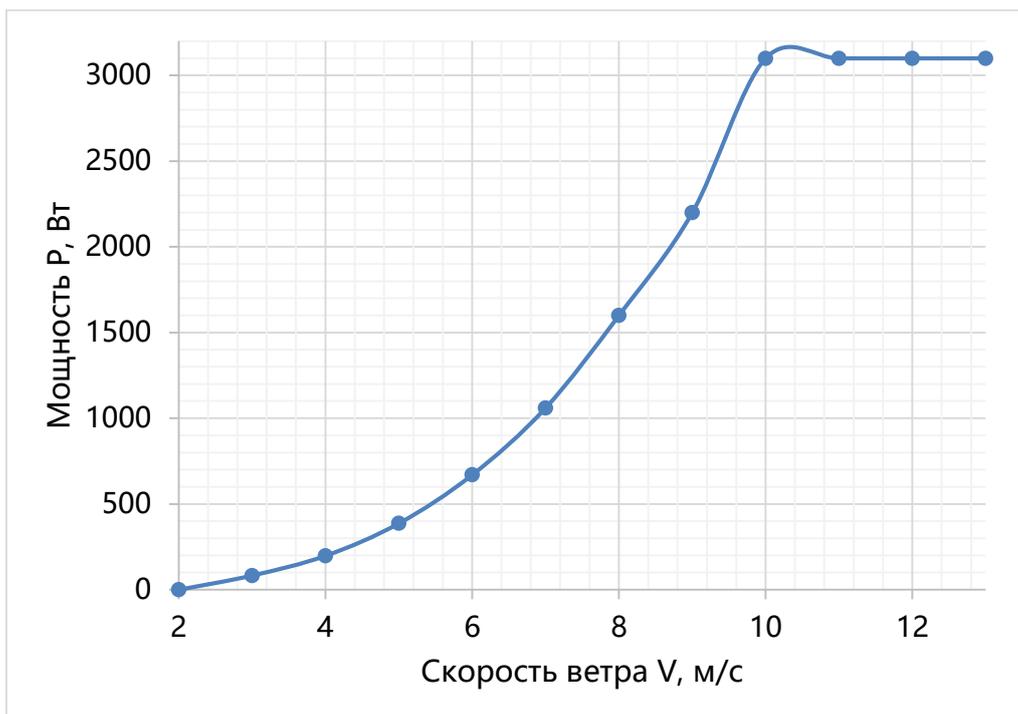


Рисунок – Кривая мощности ВЭУ GS-3

4. Методические указания по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов – это планируемая работа, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, является одним из основных видов деятельности обучающихся. Самостоятельная работа студентов включает в себя изучение лекционного материала и первоисточников, подготовку ко всем видам аудиторных занятий, текущему контролю и промежуточной аттестации.

Целью самостоятельной работы является более глубокое изучение студентами отдельных вопросов дисциплины с использованием рекомендуемой дополнительной литературы и других информационных источников.

Задачами самостоятельной работы обучающихся являются:

- систематизация и закрепление полученных знаний и умений;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умения использовать научно-техническую, нормативную и справочную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности, творческой инициативы, ответственности и организованности.

Основными формами внеаудиторной самостоятельной работы, используемыми при изучении дисциплины, являются:

- изучение программного материала дисциплины (работа с учебником, конспектом лекции и иными информационными ресурсами);
- изучение и конспектирование рекомендуемых источников;
- работа с электронными информационными ресурсами и ЭИОС КГТУ;
- работа с компьютерными программами;
- получение консультаций по вопросам изучаемой дисциплины (аудиторно, в дни консультаций по расписанию; в любой доступной форме в электронной образовательной среде ЭИОС КГТУ и другими доступными способами);
- подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации.

Для подготовки к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации обучающиеся могут воспользоваться электронной библиотекой Университета, где имеется возможность получить доступ к учебно-методическим материалам как библиотеки Университета, так и иных электронных библиотечных систем. Также студенты могут взять на дом необходимую литературу на абонементе или воспользоваться читальным залом. Ответы на вопросы, выносимые для самостоятельного изучения (повторения), должны быть кратко законспектированы в тетради для лекций. При подготовке к лабораторным работам студентам рекомендуется изучить соответствующий лекционный материал, а также вопросы, выносимые для самостоятельного изучения.

Заключение

В настоящем учебно-методическом пособии даны рекомендации по изучению курса «Возобновляемые источники энергии». Объем сведений, рассматриваемых в настоящем курсе, призван обеспечить лишь необходимый уровень знаний и умений студентов-бакалавров и предполагает значительный объем самостоятельной работы.

В данном пособии содержится рекомендации по изучению теоретического материала. Полученные знания в области электроэнергетики, полученные с использованием данного курса, позволят будущим специалистам в дальнейшем успешно решать практические задачи в области электроэнергетики.

Библиографический список

1. Алхасов, А.Б. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие / А.Б. Алхасов. – М.: МЭИ, 2011. – 270 с.
2. Сибикин, Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: [учебное пособие] / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: РадиоСлфт, 2009. – 229с.
3. Великанов, Н.Л. Гидросиловые установки и возобновляемые источники энергии: учеб. / Н.Л. Великанов; КГТУ. – Калининград: КГТУ, 2006. – 200 с.
4. Коробков, В.А. Преобразование энергии океана / В.А. Коробков. – Ленинград: Судостроение, 1986. – 279 с.
5. Оборудование ГЭС: учебное пособие по курсу «Энергетические установки» / А.Ю. Александровский, Ю.А. Заболоцкий, Н.И. Матвиенко и др.; под ред. В.И. Обрезкова; М-во науки, высш. шк. и техн. политики РФ; МЭИ. – М.: МЭИ, 1992. – 86 с.
6. Роза, А.да Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы: [учеб. пособие] / А.да Роза; пер. с англ. под ред. С.П. Малышенко и др. – Долгопрудный: Интел-лект, 2010. – 703 с.
7. Солнечная энергетика: учебное пособие / В.И. Виссарионов [и др.]. – М.: МЭИ, 2008. – 276 с.
8. Справочник модуля: Возобновляемые источники энергии / [В.Ф. Белей [и др.]]; [под ред. В.Ф. Белей [и др.]]; Калининградский государственный технический университет. – Калининград: КГТУ, 2015. – 256 с.
9. Твайделл, Д. У.А. Возобновляемые источники энергии / Д. У.А. Тваеделл. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 390 с.
10. Шефтер, Я.И. Использование энергии ветра / Я.И. Шефтер. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 200 с.

Локальный электронный методический материал

Дарья Константиновна Кугучева

Возобновляемые источники энергии

Редактор И. Голубева

Уч.-изд. л. 1,4. Печ. л. 1,4.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1