

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Накопители энергии**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

|  |  |                               |
|--|--|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|  | Владелец   | Дорошин А.Н.                  |
|  | Идентификатор                                      | R97f450a3-DoroshinAN-5a7f6fea |

(подпись)

А.Н.

Дорошин

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

|  |  |                             |
|--|--|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|  | Владелец   | Васьков А.Г.                |
|  | Идентификатор                                      | R1c6ebe0f-VaskovAG-eb5ccd67 |

(подпись)

А.Г. Васьков

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

|  |  |                                 |
|--|--|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|  | Владелец   | Шестопалова Т.А.                |
|  | Идентификатор                                      | Rca486bb1-ShestopalovaTA-2b9205 |

(подпись)

Т.А.

Шестопалова

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-4 Способен принимать участие в проектировании объектов гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии

ИД-4 Умеет выполнять расчёты основных технических показателей элементов электростанций на основе ВИЭ

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Выступление (доклад)

1. КМ1 доклад (Доклад)

Форма реализации: Письменная работа

1. КР1 "Расчет накопителей энергии" (Контрольная работа)

2. КР2 "эксплуатация накопителей энергии" (Контрольная работа)

3. Тест1 "Накопители энергии" (Тестирование)

### БРС дисциплины

8 семестр

| Раздел дисциплины   | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|---|---------------------------------|------|------|------|------|
|   | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|   | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 12   | 16   |
| Основные виды накопителей энергии   |                                 |      |      |      |      |
| Основные виды накопителей энергии   | +                               |      |      |      |      |
| Особенности применения накопителей энергии для различных задач энергетики, возобновляемой энергетики в частности. |                                 |      |      |      |      |
| Особенности применения накопителей энергии для различных задач энергетики, возобновляемой энергетики в частности. | +                               |      |      |      |      |
| Электрохимические накопители энергии  |                                 |      |      |      |      |
| Электрохимические накопители энергии  |                                 | +    |      |      |      |
| Электрические накопители энергии. Емкостные и электромагнитные накопители   |                                 |      |      |      |      |
| Электрические накопители энергии. Емкостные и электромагнитные накопители   |                                 | +    |      |      |      |
| Накопители потенциальной энергии (гравитационные накопители)  |                                 |      |      |      |      |

|  |    |    |    |    |
|--|----|----|----|----|
| Накопители потенциальной энергии (гравитационные накопители) |    |    | +  |    |
| Накопители кинетической энергии                              |    |    |    |    |
| Накопители кинетической энергии                              |    |    | +  |    |
| Накопители на основе водорода.                               |    |    |    |    |
| Водородные топливные элементы                                |    |    |    | +  |
| Накопители тепловой энергии                                  |    |    |    |    |
| Накопители тепловой энергии                                  |    |    |    | +  |
| Вес КМ:  | 25 | 25 | 25 | 25 |

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

| Индекс компетенции | Индикатор  | Запланированные результаты обучения по дисциплине  | Контрольная точка   |
|--------------------|--|--|---|
| ПК-4               | ИД-4ПК-4 Умеет выполнять расчёты основных технических показателей элементов электростанций на основе ВИЭ | <p>Знать:</p> <p>Основные источники научно-технической информации по проектированию, установке и эксплуатации различных типов накопителей энергии. Назначение и классификацию накопителей энергии</p> <p>Уметь:</p> <p>Производить выбор и обоснование накопителей энергии для ВИЭ. Анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по использованию накопителей.</p> | <p>КМ1 доклад (Доклад)</p> <p>Тест1 "Накопители энергии" (Тестирование)</p> <p>КР1 "Расчет накопителей энергии" (Контрольная работа)</p> <p>КР2 "эксплуатация накопителей энергии" (Контрольная работа)</p> |

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. КМ1 доклад

**Формы реализации:** Выступление (доклад)

**Тип контрольного мероприятия:** Доклад

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты в бригаде или индивидуально дома разбирают одну из заданных тем. Готовят по этой теме краткий реферат и презентацию. Делают по презентации устное выступление на занятиях.

#### Краткое содержание задания:

Подготовить коллективный или индивидуальный доклад по определенному виду накопителя энергии

#### Контрольные вопросы/задания:

|  |   |
|--|---|
| Знать: Основные источники научно-технической информации по проектированию, установке и эксплуатации различных типов накопителей энергии. | 1. Где применяются накопители подобного вида?<br>2. Какие основные достоинства и недостатки накопителей данного вида?<br>3. Насколько эффективно применять данный вид накопителя совместно в ВИЭ? |
|--|---|

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 100*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент подготовил реферат. Подготовил краткую презентацию. Сделал устное выступление. Уверенно ответил на вопросы по презентации и докладу.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнил любые три пункта, которые соответствуют оценке "5"

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнил любые 2 пункта, которые соответствуют оценке "5"

### КМ-2. Тест1 "Накопители энергии"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам раздается тест. В каждом задании дано несколько ответов. Необходимо выбрать правильные.

#### Краткое содержание задания:

Что относится к накопителю электрической энергии?

- а) Литий ионный аккумулятор

- б) ГАЭС
- в) Ионистор
- г) Маховик
- д) СПИН
- 

**Контрольные вопросы/задания:**

|  |  |
|--|--|
| <p>Знать: Назначение и классификацию накопителей энергии</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Что такое кинетический накопитель энергии?</li> <li>2.Что такое конденсатор?</li> <li>3.Какой из приведенных ниже литий-ионных аккумуляторов имеет наибольшее количество циклов заряд-разряд?<br/>LFP, LTO, NMC</li> <li>4.Что такое маховик</li> <li>5.К какому типу накопителя энергии относится ГАЭС?</li> </ol> |
|--|--|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно ответил не менее чем на 90% вопросов теста.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно ответил не менее 75% вопросов теста но менее чем на 90%.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно ответил не менее 50 % вопросов теста но менее чем на 75.*

**КМ-3. КР1 "Расчет накопителей энергии"**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам дается задание для его самостоятельного решения в аудитории.

**Краткое содержание задания:**

Решить три задачи

**Контрольные вопросы/задания:**

|  |  |
|--|--|
| <p>Уметь: Анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по использованию накопителей.</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Определить емкость кинетического накопителя энергии, если известно, что его максимальная скорость вращения составляет 6500 об/мин, а масса маховика равна 400 кг. Маховик представляет из себя диск равной прочности радиус которого составляет 40 см. Резонансная частота вращения составляет 200 Гц.</li> <li>2.Для каждого типа (LFP, LTO, NMC), рассчитать</li> </ol> |
|--|--|

|  |  |
|--|--|
|  | <p>количество и схему соединения литий-ионных аккумуляторов для создания накопителя для автономного потребителя емкостью не менее 3 кВтч с возможностью обеспечения пиковой нагрузки в размере 15 кВт. За основу берутся аккумуляторы емкостью 100Ач.</p> <p>3. Какое количество солнечных панелей расположенных горизонтально потребуется для выработки 10нм водорода в сутки, если известно, что КПД электролизера составляет 70%, КПД солнечных панелей составляет 20%, размер одной солнечной панели составляет 1,8 м кв., а приход солнечной радиации на горизонтальную площадку в сутки составляет 6 кВт*ч/м2.</p> |
|--|--|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 100*

*Описание характеристики выполнения знания: Решены все 3 задачи*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 66*

*Описание характеристики выполнения знания: Решены 2 задачи*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 33*

*Описание характеристики выполнения знания: Решена одна задача*

**КМ-4. КР2 "эксплуатация накопителей энергии"**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам раздается тест. В каждом задании дано несколько ответов. Необходимо выбрать правильные.

**Краткое содержание задания:**

Батарея собирается по схеме 2s4p. Что это означает?

**Контрольные вопросы/задания:**

|  |  |
|--|--|
| <p>Уметь: Производить выбор и обоснование накопителей энергии для ВИЭ.</p> | <p>1. В каких областях целесообразно применять накопитель на основе маховика?</p> <p>2. Что такое эффект памяти</p> <p>3. Что такое BMS (СКУ) и зачем она нужна?</p> |
|--|--|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно ответил не менее чем на 90% вопросов теста.*

*Оценка: 4*



*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно ответил не менее 75% вопросов теста но менее чем на 90%.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно ответил не менее 50 % вопросов теста но менее чем на 75.*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 8 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Принцип действия накопителя кинетической энергии.
2. Основные способы хранения водорода.
3. Для автономного энергообеспечения дома требуется накопитель емкостью не менее 2,5 кВт\*ч. Работа инвертора рассчитана на напряжение 48 В. Допускаемое отклонение по напряжению от номинала - 2 В. Для создания накопителя планируется использовать литий-ионные аккумуляторы по технологии LFP (литий-железо-фосфат), напряжение которых составляет 3,2В а емкость может составлять 50 Ач. Необходимо определить количество аккумуляторов для создания накопителя, а также схему их соединения.

### Процедура проведения

Студент случайным образом вытягивает билет. В течении 40 минут готовится. Затем отвечает экзаменатору.

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-4ПК-4 Умеет выполнять расчёты основных технических показателей элементов электростанций на основе ВИЭ

### Вопросы, задания

- 1.Классификация накопителей энергии. Физические основы их работы.
- 2.Основные понятия об электроэнергетических системах (ЭЭС).
- 3.Существующие типы НЭ.
- 4.Обоснование применения НЭ в электроэнергетических системах.
- 5.Режимы работы накопителей энергии в ЭЭС.
6. Системные требования к НЭ.
- 7.Методы определения режимных параметров НЭ.
- 8.Выбор оптимальных параметров накопителя энергии.
- 9.Экономическая эффективность функционирования НЭ.
- 10.Повышение надежности электроснабжения.
- 11.Электрохимические накопители энергии.
- 12.Электрические накопители энергии. Емкостные и электромагнитные накопители.
- 13.Водородные топливные элементы.

### Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.Какой из накопителей энергии является гравитационным?

Ответы:

- а) Маховик
- б) ГАЭС
- в) СПИН
- г) Гелевый накопитель

Верный ответ: б) ГАЭС

2. Напряжение накопителя составляет 48 В, емкость не менее 9,6 кВт\*ч. Напряжение аккумуляторной ячейки составляет 3,2 В, емкость 100Ач. Какая из приведенных ниже схем соединения соответствует данному накопителю.

Ответы:

- а) 30s2p
- б) 15s2p
- в) 15s4p
- г) 30s1p

Верный ответ: 15s2p

3. Какое напряжение у аккумуляторной ячейки LFP?

Ответы:

- а) 2,1В
- б) 2,7В
- в) 3,2В
- г) 3,7В

Верный ответ: в) 3,2В

4. Что относится к накопителю электрической энергии?

Ответы:

- а) Литий ионный аккумулятор
- б) ГАЭС
- в) Ионистор
- г) Маховик
- д) СПИН

Верный ответ: в) Ионистор д) СПИН

5. Батарея собирается по схеме 2s4p. Что это означает?

Ответы:

- а) Аккумуляторы соединены так, что 2 находятся последовательно а 4 параллельно.
- б) Аккумуляторы соединены так, что 4 находятся последовательно а 2 параллельно.
- в) Сила тока, с которой работает аккумулятор - 2 А при напряжении 4 В.
- г) Данный аккумулятор может выдавать ток 4Р в течении 2 с.

Верный ответ: а) Аккумуляторы соединены так, что 2 находятся последовательно а 4 параллельно.

6. Какое устройство называют электрохимическим аккумулятором?

Ответы:

- а) Устройство периодически накапливающее и отдающее энергию в течении короткого времени, в результате химических процессов
- б) Устройство обладающее способностью сохранять в течении некоторого времени электроэнергию, в результате химических процессов
- в) Устройство периодически накапливающее энергию в течении короткого времени, в результате химических процессов
- г) Устройство обладающее способностью накапливать и сохранять в течении некоторого времени электроэнергию, в результате химических процессов

Верный ответ: г) Устройство обладающее способностью накапливать и сохранять в течении некоторого времени электроэнергию, в результате химических процессов

7. Как определяют КПД накопителя энергии?

Ответы:

- а) Как отношение энергии, выделенной при разряде накопителя, к энергии, затраченной на его заряд

- б) Как отношение энергии, затраченной на его заряд накопителя, к энергии, выделенной при разряде  
в) Как отношение емкости накопителя к его напряжению  
д) Как отношение тока разряда к току заряда

Верный ответ: а) Как отношение энергии, выделенной при разряде накопителя, к энергии, затраченной на его заряд

8. Каков принцип накопления энергии в емкостном накопителе?

Ответы:

Используется эффект накопления энергии электромагнитного поля в устройствах с характеристиками электрической емкости (конденсатора)

Верный ответ: Используется эффект накопления энергии электромагнитного поля в устройствах с характеристиками электрической емкости (конденсатора)

9. Что представляет собой емкостной накопитель энергии?

Ответы:

Батарею последовательно-параллельно соединенных конденсаторных установок, присоединенную через преобразовательную подстанцию и трансформатор к сети переменного тока

Верный ответ: Батарею последовательно-параллельно соединенных конденсаторных установок, присоединенную через преобразовательную подстанцию и трансформатор к сети переменного тока

10. В чем достоинства потенциальных накопителей энергии по отношению к другим классам накопителей?

Ответы:

Неограниченное время хранения энергии

Верный ответ: Неограниченное время хранения энергии

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 100*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент ответил на два теоретических вопроса, решил задачу, ответил на дополнительный вопрос.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент ответил хотя бы на один теоретический вопрос, решил задачу, ответил на дополнительный вопрос.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: 1. Студент ответил только на теоретические вопросы, но не смог решить задачу. 2. Студент правильно решил задачу, объяснил ход ее решения, но не смог ответить на теоретические вопросы. 3. Студент ответил только на один теоретический вопрос, но при этом смог ответить на дополнительный вопрос.*

## **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

Оценка выставляется на основании результата экзамена