

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

**Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Наименование образовательной программы: Автономные энергетические системы. Водородная и электрохимическая энергетика**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Химические источники тока**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

|                                                                                   |                                                    |                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|                                                                                   | Владелец                                           | Смирнов С.Е.                 |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | Rb75d7171-SmirnovSY-bebf2b9b |

(подпись)

С.Е. Смирнов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

|                                                                                   |                                                    |                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|                                                                                   | Владелец                                           | Ланская И.И.                 |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R3db6324d-Lanskyall-6f410db9 |

(подпись)

И.И. Ланская

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

|                                                                                   |                                                    |                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|                                                                                   | Владелец                                           | Кулешов Н.В.                  |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | Re9c42de9-KuleshovNV-bc390ed6 |

(подпись)

Н.В.

Кулешов

(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-3 Способен к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации и разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

ИД-3 Выполняет сбор, обработку, анализ и обобществление отечественного и международного опыта в области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

2. ПК-4 Способен к определению потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов, разработке норм их расхода, расчету потребностей производства автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов в энергоресурсах

ИД-1 Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

ИД-2 Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению для автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Защита расчетных заданий (Расчетно-графическая работа)
2. Поляризация электродов. Поляризационные кривые (Тестирование)
3. Равновесные потенциалы электродов (Тестирование)
4. Химические источники тока (Тестирование)

### БРС дисциплины

3 семестр

| Раздел дисциплины  | Веса контрольных мероприятий, % |          |          |          |          |
|--------------------|---------------------------------|----------|----------|----------|----------|
|                    | Индекс<br>КМ:                   | КМ-<br>1 | КМ-<br>2 | КМ-<br>3 | КМ-<br>4 |
|                    | Срок КМ:                        | 4        | 8        | 12       | 15       |
| Термодинамика ХИТ  |                                 |          |          |          |          |
| Термодинамика ХИТ. |                                 | +        |          |          |          |

|                                                                                                                                                                             |    |    |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|
| Восстановители и окислители. Ионные проводники ХИТ.                                                                                                                         | +  |    |    |    |
| Кинетика электродных процессов. Параметры и характеристики ХИТ                                                                                                              |    |    |    |    |
| Кинетика электродных процессов.                                                                                                                                             |    | +  |    |    |
| Параметры и характеристики ХИТ                                                                                                                                              |    | +  |    |    |
| Первичные ХИТ. Аккумуляторы.                                                                                                                                                |    |    |    |    |
| Первичные ХИТ. Резервные ХИТ.                                                                                                                                               |    |    | +  |    |
| Основные понятия об аккумуляторах. Аккумуляторы с водными и неводными растворами электролитов                                                                               |    |    | +  |    |
| Электрохимические конденсаторы. Топливные элементы.                                                                                                                         |    |    |    |    |
| Электрохимические конденсаторы                                                                                                                                              |    |    |    | +  |
| Топливные элементы. Топливные элементы с щелочными и твердополимерным электролитами. Высокотемпературные топливные элементы. Портативные ХИТ на основе топливных элементов. |    |    |    | +  |
| Вес КМ:                                                                                                                                                                     | 15 | 15 | 35 | 35 |

\$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-3               | ИД-3ПК-3 Выполняет сбор, обработку, анализ и обобществление отечественного и международного опыта в области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов | Знать:<br>ИД-3 ПК-3 материалы, применяемые в химических источников тока, их свойства, классификацию и маркировку<br>Уметь:<br>ИД-3 ПК-3 выбирать новые конструкционные материалы для изготовления основных и вспомогательных элементов химических источников тока для обеспечения их бесперебойной эксплуатации | Равновесные потенциалы электродов (Тестирование)<br>Химические источники тока (Тестирование)       |
| ПК-4               | ИД-1ПК-4 Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению автономных энергетических систем, установок водородной,                                                                                                           | Знать:<br>ИД-1 ПК-4 методы определения потребности химических источников тока в топливе способы уменьшения расхода топлива в установках                                                                                                                                                                         | Химические источники тока (Тестирование)<br>Защита расчетных заданий (Расчетно-графическая работа) |

|      |                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                               |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|      | электрохимической энергетики и их элементов                                                                                                                                           | электрохимической энергетики<br>Уметь:<br>ИД-1 ПК-4 проводить расчеты энергетических параметров химических источников тока, автономных энергетических установок и их элементов проводить разработки по энерго- и ресурсосбережению для химических источников тока, автономных энергетических установок и их элементов |                                                               |
| ПК-4 | ИД-2 <sub>ПК-4</sub> Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению для автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов | Знать:<br>ИД-2 ПК-4 способы уменьшения расхода топлива в установках электрохимической энергетики.<br>Уметь:<br>ИД-2 ПК-4 проводить разработки по энерго- и ресурсосбережению для химических источников тока, автономных энергетических установок и их элементов                                                       | Поляризация электродов. Поляризационные кривые (Тестирование) |

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

### КМ-1. Равновесные потенциалы электродов

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется по вариантам теста на практическом занятии

#### Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний по расчетам равновесных потенциалов электродов

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: ИД-3 ПК-3 материалы, применяемые в химических источниках тока, их свойства, классификацию и маркировку | <p>1. Какие факторы влияют на потенциал гальванического электрода</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) активность ионов металла</li><li>2) атмосферное давление</li><li>3) напряжение в сети</li></ol> <p>Ответ 1</p> <p>2.</p> <p>Равновесный потенциал медного электрода при 298 К в растворе для меднения (0,01M CuSO<sub>4</sub>, 0,01 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) равен</p> <p>(<math>E^0_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = 0,337 \text{ В}</math>)</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) 0,366 В</li><li>2) 0,337 В</li><li>3) 0,386 В</li><li>4) 0,266 В</li></ol> <p>Ответ 4</p> <p>3. Равновесный потенциал цинкового электрода при 298 К в растворе для цинкования (0,05M ZnSO<sub>4</sub>, 0,01 M Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,) равен</p> <p>(<math>E^0_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = - 0,763 \text{ В}</math>)</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) - 0,817 В</li><li>2) - 0,927 В</li><li>3) 0,817 В</li><li>4) 0,927 В</li></ol> <p>Ответ 1</p> <p>4. pH раствора электролита, в котором равновесный потенциал водородного электрода <math>E_{\text{H}^+/\text{H}_2} = - 0,145 \text{ В}</math> при 298 К, равен</p> <p>(<math>E^0_{\text{H}^+/\text{H}_2} = 0,0 \text{ В}</math>; <math>\gamma_{\text{H}^+} = 0,975</math>)</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) 8,46</li><li>2) 5,55</li><li>3) 2,46</li><li>4) 6,46</li></ol> <p>Ответ 3</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

**КМ-2. Поляризация электродов. Поляризационные кривые**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется по вариантам теста на практическом занятии

**Краткое содержание задания:**

Работа ориентирована на проверку знаний по расчету поляризации электродов

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: ИД-2 ПК-4 способы уменьшения расхода топлива в установках электрохимической энергетики. | <p>1. В ходе работы гальванического элемента в результате поляризации потенциал анода становится</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) менее положительным</li> <li>2) менее отрицательным</li> <li>3) более отрицательным</li> <li>4) не изменяется</li> </ol> <p>Ответ 2</p> <p>2. В ходе электролиза воды в результате поляризации электрода потенциал выделения водорода становится</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) более положительным</li> <li>2) менее отрицательным</li> <li>3) более отрицательным</li> <li>4) не изменяется</li> </ol> <p>Ответ 3</p> <p>3. Электрохимическая поляризация процесса выделения водорода на катоде электролизера будет минимальной на электроде из</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Pb</li> <li>2) Ni</li> <li>3) Pt</li> <li>4) Sn</li> </ol> <p>Ответ 3</p> |
| Уметь: ИД-2 ПК-4 проводить разработки по энерго- и                                             | 1. Концентрационная поляризация процесса выделения свинца (Pb) из раствора, содержащего                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |



|                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ресурсосбережению для химических источников тока, автономных энергетических установок и их элементов | <p>2,07 г/л <math>Pb^{2+}</math>, при коэффициенте диффузии ионов <math>Pb^{2+}</math> <math>10^{-9}</math> м<sup>2</sup>/с и толщине диффузионного слоя <math>\delta=10^{-4}</math> м на катоде электролизера при 298 К и плотности тока 9 А/м<sup>2</sup>, составит</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 0,028 В ;</li> <li>2) 0,56 В;</li> <li>3) 0,056 В;</li> <li>4) 0,28 В.</li> </ol> <p>Ответ 1</p> <p>2.Ток, идущий на выделение водорода на платиновом электроде площадью 1 м<sup>2</sup> из щелочного раствора при поляризации электрода 0,5 В, составит (Константы уравнения Тафеля <math>a=0,31</math>; <math>b=0,10</math>).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 10 кА;</li> <li>2) 100 А;</li> <li>3) 5 кА;</li> <li>4) 50 кА.</li> </ol> <p>Ответ 1</p> <p>3.Ток, расходуемый на выделение водорода на никелевом электроде площадью 1 м<sup>2</sup> из щелочного раствора при электрохимической поляризации электрода 0,45 В, составит (константы уравнения Тафеля <math>a=0,65</math>; <math>b=0,10</math>).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 10 А;</li> <li>2) 100 А;</li> <li>3) 5 А;</li> <li>4) 50 А.</li> </ol> <p>Ответ 2</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

#### КМ-3. Химические источники тока

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 35

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется по вариантам теста на практическом занятии

**Краткое содержание задания:**

Работа ориентирована на проверку знаний в области химических источников тока

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: ИД-1 ПК-4 методы определения потребности химических источников тока в топливе способы уменьшения расхода топлива в установках электрохимической энергетики                        | 1.Какими способами нельзя ускорить электродные реакции в топливных элементах.<br>1) изменение давления входящих газов<br>2) применение катализатора<br>3) увеличение активной площади поверхности<br>4) подключение внешнего источника тока<br>Ответ 4<br>2.Какие факторы определяют напряжение аккумулятора при разряде и заряде<br>1) температура<br>2) количество электролита<br>3) давление в системе<br>Ответ 1                        |
| Уметь: ИД-3 ПК-3 выбирать новые конструкционные материалы для изготовления основных и вспомогательных элементов химических источников тока для обеспечения их бесперебойной эксплуатации | 1.Теоретически возможное количество электричества, которое можно получить в никель-железном аккумуляторе при стандартном состоянии (с.с.) и 298 К при ЭДС 1,48 В, составит<br>1)10 F<br>2) 1 F<br>3) 2 F<br>4) 5 F<br>Ответ 3<br>2.Теоретически возможная энергия, которую можно получить в никель-железном аккумуляторе при с.с. и 298 К при ЭДС 1,48 В, составит<br>1) 285,6 кДж<br>2) 28,5 кДж<br>3) 56,2 кДж<br>4) 562,2 кДж<br>Ответ 1 |

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

#### КМ-4. Защита расчетных заданий

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 35

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется по вариантам билетов на практическом занятии

**Краткое содержание задания:**

Работа ориентирована на проверку знаний в области теоретической электрохимии и химических источников тока

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: ИД-1 ПК-4 проводить расчеты энергетических параметров химических источников тока, автономных энергетических установок и их элементов проводить разработки по энерго- и ресурсосбережению для химических источников тока, автономных энергетических установок и их элементов | 1. Расчет стандартной ЭДС и потенциалов электродов<br>2. Расчет теоретического КПД элемента<br>3. Расчет теоретического значения удельной мощности топливного элемента<br>4. Расчет теоретического значения удельной энергии первичного элемента<br>5. Расчет теоретического значения удельных энергетических параметров аккумулятора |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 3 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Основные понятия о топливных элементах. Электрохимические генераторы и энергоустановки
2. Электрохимические конденсаторы
3. Рассчитать удельную энергию аккумулятора для электромобиля.

### Процедура проведения

Проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-Зпк-3 Выполняет сбор, обработку, анализ и обобщение отечественного и международного опыта в области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

#### Вопросы, задания

1. Электрохимические конденсаторы
2. Литиевые аккумуляторы
3. Стационарные аккумуляторы и батареи

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Электрохимическая поляризация процесса выделения водорода на катоде электролизера будет минимальной на электроде из

Ответы:

- 1) Pb
- 2) Ni
- 3) Pt
- 4) Sn

Верный ответ: 3) Pt

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-1пк-4 Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

#### Вопросы, задания

1. Рассчитать удельную энергию аккумулятора для электромобиля
2. Рассчитать удельную энергию конденсатора для электрокары
3. Рассчитать удельную емкость литий-металл фосфатного катода

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Концентрационная поляризация процесса выделения свинца ( Pb ) из раствора, содержащего 2,07 г/л  $Pb^{2+}$  ,

при коэффициенте диффузии ионов  $Pb^{2+}$   
 $D = 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$  и толщине диффузионного слоя  $\delta = 10^{-4} \text{ м}$  на катоде электролизера при 298 К и плотности тока  $9 \text{ А/м}^2$ , составит

Ответы:

- 1) 0,028 В;
- 2) 0,56 В;
- 3) 0,056 В;
- 4) 0,28 В.

Верный ответ: 1) 0,028 В

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-4 Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению для автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

### Вопросы, задания

1. Основные понятия о топливных элементах. Электрохимические генераторы и энергоустановки
2. Топливные элементы с щелочным электролитом
3. Топливные элементы с фосфорнокислым электролитом

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. В ходе работы гальванического элемента в результате поляризации потенциал анода становится

Ответы:

- 1) менее положительным
- 2) менее отрицательным
- 3) более отрицательным
- 4) не изменяется

Верный ответ: 2) менее отрицательным

## II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

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

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.