

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

**Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Наименование образовательной программы: Автономные энергетические системы**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Физико-химические методы исследования**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|  |                                                    |                               |
|--|----------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|  | Владелец                                           | Нефедкин С.И.                 |
|  | Идентификатор                                      | Re4207b7b-NefedkinSI-3a80b823 |

С.И.  
Нефедкин

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

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

И.И.  
Ланская

Заведующий  
выпускающей кафедрой

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

Н.В.  
Кулешов

## 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 к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства автономных энергетических систем и их элементов

ИД-2 анализирует научную проблематику области исследований и разработки автономных энергетических систем и их элементов

ИД-3 выполняет эксперименты по параметрам и характеристикам химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок, установок водородной энергетики и их элементов в соответствии с установленными полномочиями

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Поиск источников по базам данных Интернет-ресурсов (Реферат)

Форма реализации: Письменная работа

1. Термодинамика топливного элемента (Тестирование)

2. Электроды сравнения, электродные потенциалы (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы "Исследование физико-химических показателей водных технологических сред" (Дискуссия)

## БРС дисциплины

7 семестр

| Раздел дисциплины                                                                                                                             | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                                                                                                                                               | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|                                                                                                                                               | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 12   | 15   |
| Равновесные и неравновесные электрохимические методы анализа. Электрохимические методы исследования топливных элементов и электролизных ячеек |                                 |      |      |      |      |
| Равновесные и неравновесные электрохимические методы анализа. Электрохимические методы исследования топливных элементов и электролизных ячеек | +                               |      |      |      |      |
| Электрохимические методы исследования. Методы исследования пористых и дисперсных элементов. Методы микроскопии.                               |                                 |      |      |      |      |
| Электрохимические методы исследования. Методы исследования пористых и дисперсных элементов. Методы                                            |                                 |      | +    |      |      |

|                                                                                                                              |    |    |    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|
| микроскопии.                                                                                                                 |    |    |    |    |
| Спектральные и хроматографические методы.<br>Термогравитометрия. Исследование водных технологических сред.                   |    |    |    |    |
| Спектральные и хроматографические методы.<br>Термогравитометрия. Исследование водных технологических сред.                   |    |    | +  |    |
| Физико-химические свойства водорода и методы его контроля.<br>Исследование работы топливного элемента и электролизной ячейки |    |    |    |    |
| Физико-химические свойства водорода и методы его контроля.<br>Исследование работы топливного элемента и электролизной ячейки |    |    |    | +  |
| 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-2ПК-4 анализирует научную проблематику области исследований и разработки автономных энергетических систем и их элементов | <p>Знать:</p> <p>методы характеристики катализаторов, электродов и других элементов электрохимических устройствах преобразования энергии основные закономерности классических и новых физико-химических методов исследований ( электрохимических, спектральных, термографических и хроматографических) применительно в технологиям водородной и электрохимической энергетики;</p> <p>Уметь:</p> <p>анализировать и использовать на практике результаты исследований, давать рекомендации по улучшению параметров</p> | <p>Термодинамика топливного элемента (Тестирование)</p> <p>Электроды сравнения, электродные потенциалы (Тестирование)</p> <p>Защита лабораторной работы "Исследование физико-химических показателей водных технологических сред" (Дискуссия)</p> |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                              |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                           | исследуемых устройств<br>проводить исследования<br>процессов и материалов в<br>электрохимических<br>устройствах<br>преобразования энергии<br>(топливные элементы,<br>электролизеры,<br>аккумуляторы)                                                                                 |                                                              |
| ПК-4 | ИД-З <sub>ПК-4</sub> выполняет<br>эксперименты по<br>параметрам и<br>характеристикам<br>химических реакторов,<br>топливных элементов,<br>электрохимических<br>энергоустановок,<br>установок водородной<br>энергетики и их элементов<br>в соответствии с<br>установленными<br>полномочиями | Знать:<br>возможности доступа и<br>анализа информационных<br>научных ресурсов<br>(научные журналы,<br>патенты, книги)<br>Уметь:<br>использовать<br>информационные мировые<br>ресурсы (научные<br>журналы, патенты, книги)<br>для выполнения<br>исследований на<br>современном уровне | Поиск источников по базам данных Интернет-ресурсов (Реферат) |

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

### КМ-1. Термодинамика топливного элемента

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

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

#### Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний в области термодинамики топливного элемента

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Знать: основные закономерности классических и новых физико-химических методов исследований (электрохимических, спектральных, термографических и хроматографических) применительно в технологиям водородной и электрохимической энергетики;</p> | <p>1. Определите значение идеального термодинамического КПД водород-воздушного топливного элемента при <math>T=298\text{ К}</math>, при давлении водорода <math>0,1\text{ МПа}</math>, при давлении воздуха <math>0,1\text{ МПа}</math> и степени использования топлива <math>=0,9</math></p> <p>а) <math>0,747</math><br/>б) <math>0,98</math><br/>в) <math>0,824</math><br/>г) <math>0,850</math><br/>д) <math>0,815</math><br/>Ответ: а)</p> <p>2. Определите значение идеального термодинамического КПД водород-воздушного топливного элемента при <math>T=473\text{ К}</math>, при давлении водорода <math>0,1\text{ МПа}</math>, при давлении воздуха <math>0,1\text{ МПа}</math> и степени использования топлива <math>=0,85</math></p> <p>а) <math>0,798</math><br/>б) <math>0,98</math><br/>в) <math>0,654</math><br/>г) <math>0,850</math><br/>д) <math>0,615</math><br/>Ответ: в)</p> <p>3. Определите значение идеального термодинамического КПД водород-воздушного топливного элемента при <math>T=673\text{ К}</math>, при давлении водорода <math>0,1\text{ МПа}</math>, при давлении воздуха <math>0,1\text{ МПа}</math> и степени использования топлива <math>=0,80</math></p> <p>а) <math>0,798</math><br/>б) <math>0,592</math><br/>в) <math>0,654</math><br/>г) <math>0,850</math><br/>д) <math>0,615</math></p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Ответ: д)</p> <p>4. Определите значение идеального термодинамического КПД водород-воздушного топливного элемента при <math>T=873\text{ К}</math>, при давлении водорода <math>0,1\text{ МПа}</math>, при давлении воздуха <math>0,1\text{ МПа}</math> и степени использования топлива <math>=0,85</math></p> <p>а) 0,798<br/>б) 0,592<br/>в) 0,654<br/>г) 0,595<br/>д) 0,615</p> <p>Ответ: г)</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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

#### КМ-2. Электроды сравнения, электродные потенциалы

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

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

#### Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний в области расчетов электродных потенциалов

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: методы характеризации катализаторов, электродов и других элементов электрохимических устройствах преобразования энергии | <p>1. Потенциал электрода при выполнении электрохимических измерений в <math>0,5\text{ М Н}_2\text{SO}_4</math> при <math>T=298\text{ оС}</math> равен <math>E=0,3\text{ В}</math> относительно обратимого водородного электрода сравнения (ОВЭ). Относительно сульфат – ртутного электрода сравнения (<math>\text{Hg}/\text{HgSO}_4</math>) значение потенциала электрода составит</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>а) 0,1361 В<br/> б) 0,522 В<br/> в) 0,9141 В<br/> г) 1,025 В<br/> д) 1,560 В<br/> ответ: в</p> <p>2. Потенциал электрода при выполнении электрохимических измерений в 0,5 М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при T=298 оС равен E=0,3 В относительно обратимого водородного электрода сравнения (ОВЭ).<br/> Относительно насыщенного хлорсеребряного электрода сравнения (Ag/AgCl) составит:<br/> а) 0,1361 В<br/> б) 0,522 В<br/> в) 0,9141 В<br/> г) 0,802<br/> д) 1,560 В<br/> ответ: г</p> <p>3. Потенциал электрода при выполнении электрохимических измерений в 0,5 М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при T=298 оС равен E=0,3 В относительно обратимого водородного электрода сравнения (ОВЭ).<br/> Относительно насыщенного каломельного электрода сравнения (Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>(ТВ.), Hg(ж.)   Cl<sup>-</sup>(насыщ.)) значение потенциала электрода составит:<br/> а) 0,1361 В<br/> б) 0,522 В<br/> в) 0,9141 В<br/> г) 0,5415<br/> д) 1,560 В<br/> Ответ: в</p> <p>4.Потенциал электрода при выполнении электрохимических измерений в 6 М КОН при T=298 оС равен E=0,3 В относительно обратимого водородного электрода сравнения (ОВЭ).<br/> Относительно окисно-ртутного электрода сравнения (Hg/HgO,NaOH) значение потенциала электрода составит</p> <p>а) 0,1361 В<br/> б) 0,522 В<br/> в) 0,467<br/> г) 1,025 В<br/> д) 0,9141 В<br/> ответ д</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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### **КМ-3. Защита лабораторной работы "Исследование физико-химических показателей водных технологических сред"**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Дискуссия

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется на практическом занятии в устной форме

#### **Краткое содержание задания:**

Работа ориентирована на проверку знаний по лабораторным работам

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: анализировать и использовать на практике результаты исследований, давать рекомендации по улучшению параметров исследуемых устройств                    | 1.Опишите форму вольтамперных кривых и ее характерные участки.<br>2.Определение влияния подачи воздуха на вольтамперную характеристику топливного элемента.<br>3.Напишите основные составляющие напряжения топливного элемента.<br>4.Как температура Топливного элемента влияет на его ЭДС и основные составляющие напряжения.<br>5.Опишите основные компоненты мембрано-электродного блока ТЭ с протонообменной мембраной и функциональное назначение.<br>6.Приведите примеры водных технологических сред в электрохимической энергетике |
| Уметь: проводить исследования процессов и материалов в электрохимических устройствах преобразования энергии (топливные элементы, электролизеры, аккумуляторы) | 1.Перечислите основные физико-химические показатели водных технологических сред<br>2.Назовите основные методы исследования физико-химические показатели водных технологических сред<br>3.Какова зависимость удельной электропроводности сильных электролитов от концентрации и температуры?                                                                                                                                                                                                                                               |

#### **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

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

#### **КМ-4. Поиск источников по базам данных Интернет-ресурсов**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Реферат

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется по вариантам теста в форме домашнего задания

#### **Краткое содержание задания:**

Работа ориентирована на проверку знаний в области физико-химических методов исследования

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: возможности доступа и анализа информационных научных ресурсов (научные журналы, патенты, книги)                                 | 1.Изучение физико-химических методов исследования на примере разбора и обсуждения научных статей из ведущих научных журналах по теме специальности.<br>Студенты по согласованию с преподавателей выбирают научную статью, переводят ее с английского, делают презентацию, в которой разбирают используемые физико-химические методов методы исследования, предложенные авторами статьи. В качестве источника информации – необходимо использовать ведущие научные журналы на английском языке, выбранные на портале <a href="http://www.sciencedirect.com">www.sciencedirect.com</a><br>International Journal of Hydrogen Energy, Journal of Power Sources, Electrochimica Acta<br>Electrochemistry Communications |
| Уметь: использовать информационные мировые ресурсы (научные журналы, патенты, книги) для выполнения исследований на современном уровне | 1.Сделать подборку статей и дать анализ используемых методов физико-химических исследований. Тематика ключевых слов определяется преподавателем.<br>Для подготовки доклада выделяется время, запанированное на самостоятельную подготовку, а также время практических занятий для доклада и публичного обсуждения из расчета 1 час на одну                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>студенческую презентацию (доклад и обсуждение).<br/> В результате индивидуальных докладов студентов по результатам работы над научной статьей и результатов обсуждения оценивается уровень освоения материала студентами и его возможности к освоению сложного и нового материала.</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

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 7 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

1. Классификация объектов и методов физико-химических исследований применительно к технологиям водородной энергетики
2. Физико-химические свойства водорода и методы его контроля  
Термокондуктометрические средства контроля

### 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-2ПК-4 анализирует научную проблематику области исследований и разработки автономных энергетических систем и их элементов

#### Вопросы, задания

1. Растровая электронная микроскопия
2. Электрохимическая поляризация. Уравнение Тафеля
3. Методы пробоподготовки
4. Эффективный КПД топливного элемента
5. Сканирующая туннельная микроскопия
6. Основные положения термодинамики электрохимической системы водород-кислородного топливного элемента
7. Хроматографические методы. Газовая хроматография
8. Электроды сравнения. Нормальный водородный электрод. Хлорсеребряный электрод. Окисно-ртутный электрод.
9. Метод низкотемпературной адсорбции азота (Метод БЭТ)

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Определите значение идеального термодинамического КПД водород-воздушного топливного элемента при  $T=473\text{ К}$ , при давлении водорода  $0,1\text{ МПа}$ ,  
Верный ответ: 0,654

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-3ПК-4 выполняет эксперименты по параметрам и характеристикам химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок, установок водородной энергетики и их элементов в соответствии с установленными полномочиями

#### Вопросы, задания

1. Электрохимическая система водород-кислородного топливного элемента и электролизера разложения воды
2. Классификация методов микроскопии.
3. Электрохимические ячейки для проведения исследований. Электродная система. Устройство и обеспечение точности измерений.
4. Вольтаметри. Основные принципы и назначение

5. Технологическая схема тестовой для испытания водород-кислородного топливного элемента
6. Методы очистки воды. Ионный обмен.
7. Устройство водород-воздушного топливного элемента и методы исследования его характеристик. Тестовые станции
8. Спектральные методы анализа. Атомная спектроскопия.
9. Методика определения контактного сопротивления на границе электрод-диафрагма (мембрана) электрохимического элемента
10. Методы очистки воды. Обратный осмос.
11. Графический способ определения значения плотности тока обмена (на примере щелочной электролизной ячейки)
12. Физико-химические свойства водорода и методы его контроля. Диффузионные средства контроля
13. Определение составляющих напряжения электролизной ячейки
14. Физико-химические свойства водорода и методы его контроля. Термохимические средства контроля
15. Анализ работы водород-кислородного топливного элемента по вольтамперной характеристике

#### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Потенциал электрода при выполнении электрохимических измерений в 0,5 М  $\text{H}_2\text{SO}_4$  при  $T=298$  оС равен  $E=0,3$  В относительно обратимого водородного электрода сравнения (ОВЭ). Относительно сульфат – ртутного электрода сравнения ( $\text{Hg}/\text{HgSO}_4$ ) значение потенциала электрода составит  
Верный ответ: 0,9141 В

#### **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

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

#### **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.