

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

**Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика**

**Наименование образовательной программы: Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Проблемы и теплофизические процессы в наноэнергетике**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

|                                                                                   |                                                    |                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|                                                                                   | Владелец                                           | Михайлова И.А.                  |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R6487a0ab-MikhailovaIA-f37cba00 |

(подпись)

И.А.

Михайлова

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

|                                                                                   |                                                    |                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|                                                                                   | Владелец                                           | Дмитриев А.С.                   |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R8d0ce031-DmitriyevAS-aaaaeae29 |

(подпись)

А.С.

Дмитриев

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

|                                                                                   |                                                    |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                           |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                           |
|                                                                                   | Владелец                                           | Пузина Ю.Ю.               |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | Re86e9a56-Puzina-4d2acad1 |

(подпись)

Ю.Ю.

Пузина

(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-2 Способен применять расчетно-теоретические и экспериментальные методы исследования электромагнитных и теплофизических процессов в низкоразмерных устройствах и материалах

ИД-1 Владеет основными методами и подходами, применяемыми при анализе работы наноразмерных систем

2. ПК-3 Готов самостоятельно определять направление и характер проводимых исследований, учитывать современные тенденции развития наноразмерных систем и устройств

ИД-3 Способен проводить комплексный анализ наноразмерных систем и устройств как части энергетической системы

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Наноматериалы и нанотехнологии для систем и оборудования трансформации и передачи электрической энергии (Коллоквиум)

Форма реализации: Письменная работа

1. Наноэнергетика (Реферат)

Форма реализации: Устная форма

1. Материаловедческие проблемы энергетики (Коллоквиум)
2. Нанотехнологии в новых энергетических системах (Коллоквиум)
3. Основы наноэнергетики (Коллоквиум)

## БРС дисциплины

3 семестр

| Раздел дисциплины                                                                                                                | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                                                                                                                                  | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|                                                                                                                                  | Срок КМ:                        | 4    | 7    | 10   | 13   |
| Энергия и энергетика – основа современной и будущей цивилизации                                                                  |                                 |      |      |      |      |
| Энергия и энергетика – основа современной и будущей цивилизации                                                                  | +                               |      |      |      | +    |
| Научно-технические аспекты традиционной энергетики и основные проблемы. Тепловая энергетика. Гидроэнергетика. Атомная энергетика |                                 |      |      |      |      |

|                                                                                                                                                                      |   |   |   |   |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| Технологии теплоэнергетики                                                                                                                                           |   |   | + |   |   |
| Гидроэнергетика                                                                                                                                                      |   |   | + |   |   |
| Атомная энергетика. Схема работы и оборудование атомных электростанций                                                                                               |   |   | + |   |   |
| Технологии нетрадиционной энергетики. Возобновляемые источники энергии. Солнечная энергетика. Ветроэнергетика. Геотермальная энергетика. Биоэнергетические установки |   |   |   |   |   |
| Солнечная энергетика                                                                                                                                                 | + | + | + |   | + |
| Ветроэнергетика                                                                                                                                                      | + | + | + |   | + |
| Геотермальная энергетика                                                                                                                                             | + | + | + |   | + |
| Биоэнергетические установки                                                                                                                                          | + | + | + |   | + |
| Топливные элементы                                                                                                                                                   | + | + | + |   | + |
| Водородная энергетика                                                                                                                                                | + | + | + | + | + |
| Ядерная энергетика                                                                                                                                                   | + | + | + |   | + |
| Аккумуляция электрической энергии                                                                                                                                    | + | + | + |   | + |
| Основы наноэнергетики. Пространственные и временные масштабы явлений и процессов                                                                                     |   |   |   |   |   |
| Основы наноэнергетики                                                                                                                                                |   |   | + |   |   |
| Пространственные и временные масштабы явлений и процессов.                                                                                                           |   |   | + |   |   |
| Нanomатериалы для атомной энергетики: для элементов ядерных реакторов, нанодатчики, наночистоты                                                                      |   |   |   |   |   |
| Нanomатериалы для атомной энергетики                                                                                                                                 | + | + |   |   | + |
| Нанотехнологии для систем хранения электроэнергии. Суперконденсаторы и нанотрубки. Электрохимические конденсаторы и литий-ионные батареи на основе нанопроволок      |   |   |   |   |   |
| Нанотехнологии для систем хранения электроэнергии. Суперконденсаторы и нанотрубки. Электрохимические конденсаторы и литий-ионные батареи на основе нанопроволок      |   |   | + |   | + |
| Нанотехнологии для водородной энергетики                                                                                                                             |   |   |   |   |   |
| Нанокристаллические или наномасштабные металлогидриды                                                                                                                |   |   |   | + |   |
| Нanomатериалы для хранения водорода                                                                                                                                  |   |   |   | + |   |
| Нanomатериалы для совершенствования технологии топливных и конструктивных элементов                                                                                  |   |   |   |   |   |

|                                                                                                             |    |    |    |    |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|
| Нanomатериалы для совершенствования технологии топливных и конструкционных элементов                        |    |    | +  |    | +  |
| Нanomатериалы для солнечной и ветровой энергетики                                                           |    |    |    |    |    |
| Нanomатериалы для солнечной и ветровой энергетики                                                           |    | +  |    |    | +  |
| Нанотехнологии для систем трансформации и передачи энергии. Проблемы энергосбережения и энергоэффективности |    |    |    |    |    |
| Нанотехнологии для систем трансформации и передачи энергии. Проблемы энергосбережения и энергоэффективности |    | +  | +  |    |    |
| Вес КМ:                                                                                                     | 15 | 15 | 15 | 15 | 40 |

\$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-2               | ИД-1ПК-2 Владеет основными методами и подходами, применяемыми при анализе работы наноразмерных систем | Знать:<br>методы определения параметров работы энергетического оборудования<br>технологии управления свойствами материалов направленным изменением их структуры для решения задач создания новых конструкционных материалов для устройств, оборудования и аппаратов в энергетике и энергетическом машиностроении<br>Уметь:<br>определять перспективные направления исследований и разработок в области нанотехнологий и наноматериалов применительно к энергетике, разрабатывать практические | Нанотехнологии в новых энергетических системах (Коллоквиум)<br>Нanomатериалы и нанотехнологии для систем и оборудования трансформации и передачи электрической энергии (Коллоквиум)<br>Нанозергетика (Реферат) |

|      |                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                           |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                                                                                                                              | рекомендации по использованию результатов научных исследований                                                                                                                                                                            |                                                                                           |
| ПК-3 | ИД-3 <sub>ПК-3</sub> Способен проводить комплексный анализ наноразмерных систем и устройств как части энергетической системы | Знать:<br>современные достижения науки и техники в области функциональных наноматериалов для энергетики<br>Уметь:<br>проводить оценку параметров и расчет эффективности наноразмерных систем и устройств как части энергетической системы | Материаловедческие проблемы энергетики (Коллоквиум)<br>Основы наноэнергетики (Коллоквиум) |

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

### **КМ-1. Материаловедческие проблемы энергетики**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Из выданного списка вопросов по теме необходимо выбрать два вопроса и дать развернутый ответ, ответить на дополнительные вопросы

**Краткое содержание задания:**

Обсуждение материаловедческих проблем энергетики. Список вопросов для обсуждения прилагается

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: современные достижения науки и техники в области функциональных наноматериалов для энергетики | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Каковы основные цели и тенденции развития современной энергетики?</li><li>2. Назовите традиционные энергетические технологии.</li><li>3. Определите понятия “энергоемкость” и “энергоэффективность”.</li><li>4. Определите и опишите основные эксплуатационные, технологические и экономические требования к конструкционным материалам в энергетике.</li><li>5. Дайте классификацию конструкционных металлических материалов.</li><li>6. Приведите примеры износостойких металлов и сплавов.</li><li>7. Приведите примеры материалов с высокими упругими свойствами для энергетики.</li></ol> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**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. Основы наноэнергетики

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Коллоквиум проводится на контрольной неделе после изучения раздела в форме опроса с билетами в устной форме. Студенты заранее получают темы и вопросы, которые планируется обсудить. Беседа может проходить как индивидуально, так и в групповом формате. В рамках дискуссии студенты дополняют друг друга и задают уточняющие вопросы. При этом можно пользоваться записями и конспектами.

### Краткое содержание задания:

Оценка нанотехнологий и наноматериалов в водородной энергетике:

- -новые технологии получения водорода на основе наномембран
- -технологии хранения водорода с использованием наночастиц палладия внутри микросфер
- -способы хранения водорода на основе наноструктурированных металлогидратов и других наноструктур. Примеры, обсуждение физико-химических основ.
- -создание новых систем диффузии водорода с использованием особенностей диффузионных процессов в наноструктурах
- -обеспечение безопасности водородной энергетике на основе хранения и транспортировки водорода в наноструктурированных материалах
- -создание наночистот для сепарации и очистки водорода.

### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: проводить оценку параметров и расчет эффективности наноразмерных систем и устройств как части энергетической системы | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Чем обусловлено формирование нового направления энергетики, основанного на нанотехнологиях?</li><li>2. Какие научные задачи решаются в наноэнергетике в настоящее время?</li><li>3. Приведите примеры перспективного применения нанотехнологий в системах преобразования, передачи и хранения энергии; обоснуйте ответ.</li><li>4. Какие факторы влияют на эффективность преобразования энергии?</li><li>5. Возможности нанотехнологий в улучшении существующих систем генерации энергии.</li><li>6. Опишите формирующиеся нанотехнологические подходы к энергосбережению.</li></ol> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения задания: 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 задания: 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. Нанотехнологии в новых энергетических системах

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты заранее получают вопросы по изучаемой теме, которые планируется обсудить. Беседа может проходить как индивидуально, так и в групповом формате. В рамках дискуссии студенты дополняют друг друга и задают уточняющие вопросы. При этом можно пользоваться записями и конспектами. Оценка за коллоквиум учитывается при выставлении финальной оценки за экзамен.

#### Краткое содержание задания:

Изучить рекомендованную учебную и научную литературу по системам хранения электрической энергии и последовательно ответить на вопросы:

1. Системы хранения энергии в виде электростатического заряда (физические, электрохимические, суперконденсаторы)
2. Обычные и электролитические конденсаторы
3. Электрохимические суперконденсаторы, основные принципы работы, типы суперконденсаторов.
4. Электрохимические конденсаторы на основе нанотехнологий. Пример - электрохимический конденсатор с двойным электрическим слоем и графеновым анодом.
5. Суперконденсаторы и нанотрубки
6. Электрохимические конденсаторы и литий-ионные батареи на основе нанопроволок

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: технологии управления свойствами материалов направленным изменением их структуры для решения задач создания новых конструкционных материалов для устройств, оборудования и аппаратов в энергетике и энергетическом машиностроении | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Что представляют собой системы хранения электрической энергии (конденсаторы)?</li><li>2. Назовите основные принципы работы, достоинства и недостатки электрохимического суперконденсатора.</li><li>3. Сформулируйте требования к наноматериалам, применяемым в системах хранения энергии.</li><li>4. Основные наноматериалы, перспективные для литий-ионных батарей.</li><li>5. Опишите суперконденсатор на нанотрубках.</li><li>6. Чем отличаются от обычных электрохимические конденсаторы на основе нанопроволок?</li><li>7. В чем трудности создания эффективных систем хранения водорода?</li><li>8. Опишите механизмы адсорбции и десорбции водорода в металлгидридах. Чем отличаются процессы физической и химической адсорбции?</li><li>9. Какие проблемы надо решить для использования наноструктурированных материалов в качестве хранилищ водорода?</li><li>10. Каким требованиям должен отвечать материал, используемый для создания систем хранения водорода?</li></ol> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>11.Какие преимущества дает химическая дестабилизация при дегидрогенизации?</p> <p>12.Влияние катализаторов на кинетику процессов гидрирования и дегидрирования.</p> <p>13.Опишите проблемы теплопроводности в металлогидридах и влияние наномасштабов на их свойства.</p> <p>14.Чем определяется емкость хранения водорода в наноструктурированных материалах?</p> <p>15.Что такое “металлоорганические каркасы” и чем вызван интерес к ним?</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-4. Наноматериалы и нанотехнологии для систем и оборудования трансформации и передачи электрической энергии**

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают заранее темы и вопросы, которые планируется обсудить, готовят краткий тезисный письменный текст с ответами на два теоретических вопроса, предполагающих короткие ответы. На коллоквиуме обсуждение проходит в групповом формате. В рамках дискуссии студенты дополняют друг друга и задают уточняющие вопросы. При этом можно пользоваться записями и конспектами.

#### **Краткое содержание задания:**

Изучить рекомендованную учебную и научную литературу по теме совершенствования технологий топливных и конструкционных элементов, подготовить ответы на следующие вопросы:

- -Основные виды современных топливных элементов, характеристика свойств, состояние технологии
- -Пути совершенствования ТЭ: каталитические реакции и наноконденаты, нанокатализаторы и наноматериалы для электродов ТЭ
- -Оптимизация параметров ТЭ с помощью нанотехнологий
- -Современные разработки ТЭ на основе нанотехнологических подходов

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Знать: методы определения параметров работы энергетического оборудования</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Что представляют собой топливные элементы? Какие материаловедческие подходы применяются при их создании?</li> <li>2.Охарактеризуйте основные виды топливных элементов.</li> <li>3.Требование к материалам топливных элементов.</li> <li>4.Каковы пути совершенствования топливных элементов с использованием наноматериалов?</li> <li>5.Какие эффективные нанокатализаторы для изменения кинетики реакции могут применяться в топливных элементах?</li> <li>6.Для чего применяют функционализацию углеродных наноструктур для электродов топливных элементов?</li> <li>7.Какие требования предъявляются к материалам для изготовления мембран топливных элементов?</li> <li>8.Опишите перспективы дальнейшего совершенствования топливных элементов на основе нанотехнологий: миниатюрные ТЭ, гибридные ТЭ, ТЭ с графеном и т.д.</li> <li>9.Какие физические явления и эффекты можно использовать при создании наноканалов для преобразования энергии?</li> <li>10.Возможно ли преобразование механических движений в электрическую энергию?</li> <li>11.Опишите принцип работы нанопроволочного пьезоэлектрического генератора</li> <li>12.Каким требованиям должен отвечать материал для его возможного применения в пьезоэлектрическом генераторе?</li> <li>13.Каким образом наноустройствами преобразуются гидродинамические движения? Опишите схему работы устройства на градиенте солёности</li> <li>14.Кратко охарактеризуйте перспективы преобразования тепловой и химической энергии в электрическую энергию</li> </ol> |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 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-5. Нанозергетика

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Реферат

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 40

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** В начале семестра до первого КМ выдается задание написать реферат по нанозергетике. Студентам предлагается список вопросов для проработки темы и примерный план письменной работы

### Краткое содержание задания:

Письменная работа по нанозергетике должна состоять из двух частей: **теоретическая часть** – не менее 30 страниц (разобраться в теме, осознать, творчески обработать и всесторонне описать аспекты одного из развивающихся направлений нанозергетике: привести объяснение эффектов, явлений, подходов, технологий, конкретные примеры, перспективы использования в разных областях науки и техники, возможно приведение экономических перспектив и расчетов) и **представление слайд-презентации** (не менее 25 слайдов) по рассматриваемой теме (с рисунками, графиками, диаграммами и необходимыми пояснениями).

### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Уметь: определять перспективные направления исследований и разработок в области нанотехнологий и наноматериалов применительно к энергетике, разрабатывать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований</p> | <p><b>1.Нанотермоэлектричество</b> (наноматериалы и их применение в термоэлектрических преобразователях энергии). Примерный план: термоэлектрические явления, объяснение эффекта, термоэлектрические свойства материалов, термоэлектрические материалы и преобразователи – конкретные подходы и технологии – например, источники энергии на основе сверхрешетчатой структуры, нанокомпозиты, клатраты, перспективные материалы и т.д., термоэлектрические модули, т.е. описание технологических реалий и перспектив; по возможности, отразить в работе экономические перспективы использования новых материалов, а также технологий и приборов на их основе. Термоэлектрические и ядерные батареи для прямого преобразования радиоактивного излучения и теплоты в электричество. Выводы.</p> <p><b>2.Топливные элементы</b> (Основные проблемы совершенствования топливных элементов с помощью наноматериалов и нанотехнологий). Примерный подход: топливная ячейка, электрохимический генератор, классификация и описание топливных элементов – принцип действия, реакции, технологии, преимущества, недостатки, применение наноматериалов, нанокатализаторов для электродов топливных элементов – каталитические реакции и нанокомпоненты, оптимизация параметров ТЭ с помощью нанотехнологий. Технологические и экономические перспективы.</p> <p><b>3.Системы хранения электрической энергии на основе нанотехнологий</b> (обычные и электролитические конденсаторы,</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>электрохимические суперконденсаторы – основные принципы работы, электролиты, электроды, типы суперконденсаторов, достоинства и недостатки). Электрохимические конденсаторы на основе нанотехнологий. Суперконденсаторы и нанотрубки. Литий-ионные батареи и электрохимические конденсаторы на основе нанопроволок. Создание аккумуляторов тепловой и электрической энергии. Технологические и экономические перспективы.</p> <p><b>4.Водородная наноэнергетика</b> (современные представления и подходы к использованию наноматериалов и нанотехнологий в водородной энергетике). Примерный план: Получение водорода, хранение водорода (жидкого, газообразного, в химически связанном состоянии), механизмы гидрирования и дегидрирования, нанокристаллические/наномасштабные металлгидриды, емкость хранения, выбор наноструктурных материалов для хранения H – конкретные технологии и подходы (активные металлы, металлоогранические каркасы, углеродные нанотрубки, графен и т.д.), получение сверхпрочных и сверхлегких конструкционных материалов для создания высокопрочных пористых емкостей для хранения высокоэнергетических веществ, включая водород, выводы, перспективы.</p> <p><b>5.Нанопьезогенераторы.</b> Примерный план: нанопьезоэлектричество – объяснение процессов и эффектов преобразования механической энергии в электричество, технологии, материалы, например, пьезоэлектрический эффект в кристаллических материалах, перспективы, нанопроволочные пьезоэлектрические генераторы, пьезо-наносенсоры для измерений силы на основе контроля формы структуры под давлением, пьезоэлектрические полимерные пленки, пьезо-нанотранзисторы и т.д. Последние разработки. Перспективы.</p> <p><b>6.Нанотехнологии и наноматериалы в фотоэлектрических ячейках</b> (солнечная энергетика). Примерный план: фотоэлектрические преобразователи – принцип работы, физические основы фотоэлектрического преобразования, существующие технологии, типы фотоэлектрических ячеек – на основе кристаллического и аморфного кремния, тонкопленочные, гетероструктурные, с барьером Шоттки; наноматериалы в фотовольтаике, полимерные солнечные батареи, фотоэлектрические ячейки с наночастицами и квантовыми точками, на базе нанопроволок, на красителях, наноплазмоника в технологиях фотоэлектрических ячеек. Создание термоэлектрических генераторов для преобразования тепловой энергии в электрическую на основе</p> |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>наноструктурированных термоэлектрических материалов. Развитие технологий. Экономические перспективы.</p> <p><b>7.Нанотехнологии и наноматериалы в традиционной энергетике. Тепловая энергетика.</b> Общий обзор конкретных наноматериалов и нанотехнологий для использования в традиционной энергетике. Применение нанотехнологий и наноматериалов в направлениях и разработках для традиционной «большой» энергетике (тепловой) – конкретные примеры, где применяются, описать процессы. Наноматериалы и нанопокрывтия с повышенной прочностью, термо- и коррозионной стойкостью, нано-структурные керамические и металлокерамические изделия для парогенераторов, пароперегревателей, камер сгорания, лопаток и сопловых аппаратов паровых и газовых турбин. Наножидкости – новые теплоносители с высокой интенсификацией теплообмена в каналах энергетических машин и установок, новые системы охлаждения в ядерной энергетике и газотурбостроении. Наносмазочные материалы и нанопринадки, снижающие интенсивность износа деталей машин, потери на трение и вибрации, обеспечивающие безразборный ремонт и восстановление деталей. Наноактиваторы горения, нанотехнология обработки угля на молекулярном уровне для обеспечения экологически чистого сжигания топлива. Селективные нанокатализаторы и разделительные наномембраны для защиты окружающей среды, создания новых технологий связывания CO<sub>2</sub>, новых методов очистки воды и воздуха. Нано- и микродатчики для систем контроля и управления работой энергетических установок. Наноактиваторы при использовании жидких углеводородов в качестве топлив. Нанотехнологии в системах трансформации и передачи энергии. Наноматериалы и нанотехнологии для энергосбережения. Нанодобавки и нанопринадки к смазочным материалам в теплоэнергетике и энергомашиностроении. И т.д. и т.п. Технологические и экономические перспективы.</p> <p><b>8.Нанотехнологии и наноматериалы в традиционной энергетике. Гидроэнергетика.</b> Общий обзор конкретных наноматериалов и нанотехнологий, используемых в традиционной энергетике. Применение нанотехнологий и наноматериалов в направлениях и разработках для традиционной «большой» энергетике (гидроэнергетики) – конкретные примеры, где применяются, описать процессы. В системах трансформации и передачи энергии. Для решения</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>материаловедческих задач. Наноматериалы и нанотехнологии для энергосбережения. И т.д. и т.п. Технологические и экономические перспективы.</p> <p><b>9. Нанотехнологии и наноматериалы в традиционной энергетике. Атомная энергетика.</b></p> <p>Общий обзор конкретных наноматериалов и нанотехнологий, используемых в направлениях и разработках для традиционной «большой» энергетике (атомной) – конкретные примеры, где применяются, описать процессы. Создание нового высокоплотного ядерного топлива с нанодобавками, топливных композиций для тепловыделяющих сборок активной зоны АЭС. Создание нового класса смешанного уран-плутониевого оксидного топлива. Освоение торий-уранового цикла – научная задача, требующая применения высоких технологий. Создание нанодисперсных материалов конструкционного и функционального назначения. Циркониевые сплавы для ТВЭЛов. Дисперсно-упрочненные оксидами (ДУО) ферритно-мартенситные стали или нано-дисперсные ДУО-стали. Исследование стабильности систем, имеющих наномасштабные особенности, особая стабильность нанокластеров в ДУО-сталях. Исследование и разработка материалов для быстрых реакторов и будущих реакторов 4-ого поколения. Исследование радиационно-индуцированной микроструктуры. Микроструктурные предсказания возможности продления срока эксплуатации реакторов: корпуса (охрупчивание), внутрикорпусные стали (распухание). Разработка и производство быстрозакаленных сплавов-припоев для высокотемпературной безфлюсовой (вакуумной) пайки сплавов циркония, коррозионно-стойких сталей, переходников сталь-цирконий и сталь-титан и других разнородных материалов, обеспечивающих заданный уровень радиационной и коррозионной стойкости паяных соединений. Наномембраны и нанофильтры для технологий обращения с ОЯТ и РАО, керамические материалы для дожигания радиолитического водорода. Разработка метрологического обеспечения использования конструкционных и функциональных устройств на основе наноматериалов для ядерных установок. Мультимасштабное моделирование наноструктур, материалов и процессов. Нанодатчики и наносенсоры для ФЗ и АСУ ТП АЭС. Новые возможности для повышения в десятки раз тактико-технических характеристик систем безопасности и охраны АЭС. Создание нано- и микродатчиков для систем кон-троля и управления работой энергетических установок.</p> |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>10. Нанотехнологии и наноматериалы в традиционной энергетике.</b> В системах трансформации и передачи энергии, в системах энергоснабжения. Сверхпрочные и высокоэлектропроводные материалы. Наноматериалы и нанотехнологии для энергосбережения. Нано- и микродатчики для измерения давления, температуры, концентрации и других параметров, обеспечивающих непрерывный мониторинг и оптимизацию рабочего процесса энергетических машин и установок. И т.д. и т.п. Технологические и экономические перспективы.</p> <p><b>11. Нанотехнологии и наноматериалы в альтернативной энергетике.</b> Общий обзор конкретных наноматериалов и нанотехнологий для нетрадиционной энергетики (ветровой, солнечной, биоэнергетики, термоядерной и т.д.). Применение нанотехнологий и наноматериалов в направлениях и разработках альтернативной энергетики – конкретные материаловедческие проблемы и их решение, конкретные примеры наноматериалов и нанотехнологий, где применяются, описать процессы. Сверхпроводящие наноструктурированные материалы для термоядерной энергетики. Наноэнергетика на транспорте. Электроника с наноэнергетическим питанием. Биологические источники тока. Фотонные двигатели. Автономные наносенсоры. Нанодвигатели. Нанопроводники. Наномембраны. И т.д. и т.п. Технологические и экономические перспективы.</p> <p><b>12. Функциональные материалы для тепловой и атомной энергетики.</b> Примерный план: виды функциональных материалов для энергетики, методы описания наноматериалов, свойства поверхности наноматериалов: смачивание, растекание, испарение, кипение; наноматериалы для преобразования энергии, наноматериалы для транспортировки электроэнергии, наноматериалы для хранения энергии, наноматериалы для термоядерной энергетики, перспективы развития наноматериалов для тепловой и атомной энергетики.</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*

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

|                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                 |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                              | Экзамен. БИЛЕТ № 2 .                                            | Утверждаю:            |
|                                                                                                                                                                                                                                              | Кафедра низких температур .                                     | Зав. кафедрой         |
| НИУ<br>МЭИ                                                                                                                                                                                                                                   | Дисциплина Проблемы и теплофизические процессы в наноэнергетике |                       |
|                                                                                                                                                                                                                                              | Факультет ИТАЭ .                                                | “ 23 ” января 2019 г. |
| 1. Схема работы тепловых электростанций. Достоинства и недостатки ТЭС. Применение наноматериалов в технологиях получения топлива, в системах трансформации и передачи энергии, в оборудовании и компонентах энергетических машин и установок |                                                                 |                       |
| 2. Электрохимические конденсаторы на основе нанотехнологий. Суперконденсаторы и нанотрубки. Литий-ионные батареи и электрохимические конденсаторы на основе нанопроволок. Создание аккумуляторов тепловой и электрической энергии            |                                                                 |                       |

### Процедура проведения

Экзамен проводится по билетам и предполагает ответ студента на поставленные вопросы. К началу зачета с оценкой преподаватель подготавливает следующие документы: - экзаменационные билеты; - наглядные пособия, материалы справочного характера, нормативные документы и образцы техники, разрешенные к использованию на экзамене;

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1ПК-2 Владеет основными методами и подходами, применяемыми при анализе работы наноразмерных систем

### Вопросы, задания

1. Нанотехнологии и наноматериалы в атомной энергетике (добавки в керамическое ядерное горючее, строительные и конструкционные материалы, Дисперсно-упрочненные оксидами стали, материалы для высокоскоростных центрифуг при обогащении природного урана, сорбенты, экстрагенты, очистка жидких радиоактивных отходов и др.)
2. Технологии получения энергии из возобновляемых источников. Трудности на пути перехода к ВИЭ.
3. Солнечная энергетика. Виды технологического оборудования для преобразования солнечной энергии в тепловую и электрическую энергию.
4. Схема взаимодействия солнечного излучения с веществом. Чем определяется эффективность преобразования энергии фотонов в электричество?
5. Фотоэнергетические установки, их достоинства и недостатки.

6. Наноматериалы в фотовольтаике, полимерные солнечные батареи, фотоэлектрические ячейки с наночастицами и квантовыми точками, на базе нанопроволок, на красителях. Наноплазмоника в технологиях фотоэлектрических ячеек.
7. Ветроэнергетика, основное оборудование, принципы функционирования. Проблемы и перспективы. Применение наноматериалов и нанотехнологий
8. Основные направления развития биоэнергетики. Виды биотоплив. Методы получения биотоплива
9. Классификация и описание топливных элементов – принцип действия, реакции, технологии, преимущества, недостатки. Применение наноматериалов, нанокатализаторов для электродов топливных элементов. Оптимизация параметров ТЭ с помощью нанотехнологий
10. Системы хранения электрической энергии на основе нанотехнологий (обычные и электролитические конденсаторы, электрохимические суперконденсаторы – основные принципы работы, электролиты, электроды, типы суперконденсаторов, достоинства и недостатки).
11. Электрохимические конденсаторы на основе нанотехнологий. Суперконденсаторы и нанотрубки. Литий-ионные батареи и электрохимические конденсаторы на основе нанопроволок. Создание аккумуляторов тепловой и электрической энергии.
12. Использование нанотехнологий и наноматериалов в водородной энергетике (механизмы гидрирования и дегидрирования, нанокристаллические/наномасштабные металлгидриды, емкость хранения, наноструктурные материалы для хранения водорода – активные металлы, металлоорганические каркасы, углеродные нанотрубки и т.д.). Основные проблемы и перспективы водородной энергетики
13. Применение наноматериалов в термоэлектрических преобразователях энергии. Термоэлектрические явления, объяснение эффекта, термоэлектрические свойства материалов, термоэлектрические материалы и преобразователи.

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

1. Каковы возможности нанотехнологий в улучшении существующих систем генерации энергии?
2. Какие физические принципы используются для фотоэлектрического преобразования?
3. Чем определяется эффективность энергии фотонов в электричество?
4. Типы фотоэлектрических ячеек (ФЭЯ)
5. Какими достоинствами обладают ФЭЯ на основе кристаллического кремния? На основе аморфного кремния?
6. Что представляют собой гетероструктурные ФЭЯ? В чем преимущество гетероструктурных солнечных элементов по сравнению с кремниевыми?
7. Какие шаги предпринимают исследователи и разработчики для уменьшения потерь энергии в фотоэлектрических преобразователях?

### **2. Компетенция/Индикатор: ИД-3ПК-3 Способен проводить комплексный анализ наноразмерных систем и устройств как части энергетической системы**

#### **Вопросы, задания**

1. Цели и задачи энергетики. Структура энергетики. Примеры применения наноматериалов в традиционной энергетике.
2. Перечислите используемые возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Причины развития ВИЭ
3. Схема работы тепловых электростанций. Достоинства и недостатки ТЭС. Применение нанотехнологий (водоугольные дисперсии, в системах трансформации и передачи энергии, нано- и микродатчики для измерения давления, температуры, концентрации и других параметров для непрерывного мониторинга и оптимизацию рабочего процесса энергетических машин и установок).

4. Из каких гидротехнических сооружений состоит гидроэлектростанция? КПД ГЭС и себестоимость вырабатываемой электроэнергии на ГЭС. Направления развития современной гидроэнергетики. Применение наноматериалов.
5. На чем основана работа атомных электростанций? Какие технологии используются в настоящее время в атомной энергетике?

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

1. Физические аспекты возникновения термоэлектричества
2. Привести схему термоэлектрического устройства
3. Какими параметрами можно определить термоэлектрические свойства материалов
4. От чего зависит эффективность термоэлектрического преобразования?
5. Чем определяется термоэлектрический перенос в наносистемах?
6. Как изменяются термоэлектрические свойства материалов при введении в них наномасштабных структур?
7. Какие научные задачи решаются сегодня в наноэнергетике?
8. Какие факторы влияют на эффективность преобразования энергии?

### **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**

Итоговая оценка по курсу выставляется на основе оценки за промежуточную аттестацию. Возможен случай, когда в силу значительно отличающейся текущей оценки может быть применен повышающий или понижающий коэффициент