

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

**Направление подготовки/специальность: 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика**

**Наименование образовательной программы: Термоядерные реакторы и плазменные установки**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Нейтронная физика управляемого термоядерного синтеза**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|  |                                                    |                              |
|--|----------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|  | Владелец                                           | Жиркин А.В.                  |
|  | Идентификатор                                      | R3f0c0ac7-ZhirkinAV-8b240f5e |

А.В. Жиркин

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|  |                                                    |                            |
|--|----------------------------------------------------|----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                            |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                            |
|  | Владелец                                           | Дедов А.В.                 |
|  | Идентификатор                                      | R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4 |

А.В. Дедов

Заведующий  
выпускающей кафедрой

|  |                                                    |                            |
|--|----------------------------------------------------|----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                            |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                            |
|  | Владелец                                           | Дедов А.В.                 |
|  | Идентификатор                                      | R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4 |

А.В. Дедов

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

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

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

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-4 Способен принимать участие в расчетах характеристик процессов, протекающих в конкретных технических устройствах и аппаратах энергетического оборудования, ядерных и плазменных установок

ИД-3 Владеет навыками расчетов характеристик поля нейтронного и фотонного излучения в узлах термоядерного источника нейтронов

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Обмен электронными документами

1. Контрольное мероприятие 6. Термоядерный источник нейтронов и проблемы ядерной энергетики (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольное мероприятие 1. Ядерные реакции. Взаимодействие излучений с веществом (Контрольная работа)

2. Контрольное мероприятие 2. Решение уравнения переноса излучений. Расчет характеристик полей излучения в задачах с простой геометрией для источников простых геометрических форм (Контрольная работа)

3. Контрольное мероприятие 4. Радиационное повреждение материалов (Контрольная работа)

4. Контрольное мероприятие 5. Топливный цикл ядерной энергетики с установками деления и синтеза ядер (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Презентация РГР (реферат) по заданной теме (Реферат)

## БРС дисциплины

7 семестр

| Раздел дисциплины                                                          | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                                                                            | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 |
|                                                                            | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 10   | 12   | 14   | 16   |
| 1. Характеристики нейтронов и реакции взаимодействия излучения с веществом |                                 |      |      |      |      |      |      |
| Характеристики нейтронов и реакции взаимодействия излучения с веществом    | +                               |      |      |      |      |      |      |
| 2. Теоретические основы переноса излучений                                 |                                 |      |      |      |      |      |      |

|                                                                                                      |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Теоретические основы переноса излучений                                                              |    | +  |    |    |    |    |
| 3.Регистрация ядерных излучений и диагностика нейтронов, эксперименты с источниками нейтронов 14 МэВ |    |    |    |    |    |    |
| Регистрация ядерных излучений и диагностика нейтронов, эксперименты с источниками нейтронов 14 МэВ   |    |    | +  |    |    |    |
| 4.Радиационные повреждения конструкционных материалов                                                |    |    |    |    |    |    |
| Радиационные повреждения конструкционных материалов                                                  |    |    |    | +  |    |    |
| 5.Топливный цикл ядерной энергетики с установками деления и синтеза ядер                             |    |    |    |    |    |    |
| Топливный цикл ядерной энергетики с установками деления и синтеза ядер                               |    |    |    |    | +  |    |
| 6.Термоядерный источник нейтронов и проблемы атомной энергетики                                      |    |    |    |    |    |    |
| Термоядерный источник нейтронов и проблемы атомной энергетики                                        |    |    |    |    |    | +  |
| Вес КМ:                                                                                              | 20 | 20 | 20 | 10 | 15 | 15 |

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

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

| Индекс компетенции | Индикатор                                                                                                                         | Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Контрольная точка                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-4               | ИД-ЗПК-4 Владеет навыками расчетов характеристик поля нейтронного и фотонного излучения в узлах термоядерного источника нейтронов | Знать:<br>особенности ядерного топливного цикла с установками деления и синтеза ядер<br>методику экспериментального исследования нейтронного излучения плазмы<br>эффекты воздействия нейтронного излучения на конструкционные материалы<br>проблемы современной ядерной и термоядерной энергетики и значение гибридных термоядерных установок в их решении;<br>Уметь:<br>выполнять расчеты характеристик полей излучения в задачах с простой геометрией для источников простых геометрических форм | Контрольное мероприятие 1. Ядерные реакции. Взаимодействие излучений с веществом (Контрольная работа)<br>Контрольное мероприятие 2. Решение уравнения переноса излучений. Расчет характеристик полей излучения в задачах с простой геометрией для источников простых геометрических форм (Контрольная работа)<br>Презентация РГР (реферат) по заданной теме (Реферат)<br>Контрольное мероприятие 4. Радиационное повреждение материалов (Контрольная работа)<br>Контрольное мероприятие 5. Топливный цикл ядерной энергетики с установками деления и синтеза ядер (Контрольная работа)<br>Контрольное мероприятие 6. Термоядерный источник нейтронов и проблемы ядерной энергетики (Контрольная работа) |

|  |  |                                                                           |  |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | <p>решать типовые задачи<br/>взаимодействия излучений<br/>с веществом</p> |  |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------|--|

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

### КМ-1. Контрольное мероприятие 1. Ядерные реакции. Взаимодействие излучений с веществом

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение письменного задания в аудитории

#### Краткое содержание задания:

Ответы на вопросы и решение задач по теме "Ядерные реакции. Взаимодействие излучений с веществом."

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: выполнять расчеты характеристик полей излучения в задачах с простой геометрией для источников простых геометрических форм | <p>1. Задача 1. Какую часть своей первоначальной скорости будет составлять скорость нейтрона после упругого центрального столкновения его с неподвижным ядром изотопа Na-23?</p> <p>2. Задача 2.</p> <p>Считая, что в одном акте деления ядра U-235 освобождается энергия 200 МэВ, определить:</p> <p>1) Энергию, выделяющуюся при сгорании 1 кг изотопа U-235, и массу каменного угля с теплотворной способностью 30 кДж/г, эквивалентную в тепловом отношении одному кг U-235;</p> <p>2) Массу изотопа U-235, подвергшегося делению при взрыве атомной бомбы с тротильным эквивалентом 30 килотонн, если тепловой эквивалент тротила равен 4,1 кДж/г.</p> <p>3. Задача 3. Наиболее значимыми последствиями радиационного облучения бериллия являются: распухание, охрупчивание в результате накопления гелия и удержание трития. Накопления гелия и трития в бериллии происходит в результате реакций трансмутации, идущих при облучении ядер бериллия нейтронами из внешнего источника:</p> <p>1. <math>{}^9_4\text{Be} + n \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2n</math> (81%)</p> <p>2. <math>{}^9_4\text{Be} + n \rightarrow {}^6_2\text{He} + {}^4_2\text{He}</math> (18%)</p> <p><math>{}^4_2\text{He} \rightarrow {}^6_3\text{Li} + \beta^- + \tilde{\nu}_e</math> (<math>T_{1/2} = 0,8 \text{ с}</math>)</p> <p><math>{}^6_3\text{Li} + n \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^3_1\text{H}</math></p> <p>3. <math>{}^9_4\text{Be} + n \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2{}^3_1\text{H}</math> (1%)</p> <p>В скобках указана вероятность реакции</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>взаимодействия ядра бериллия с нейтроном. Используя эти данные, рассчитать число образовавшихся атомов гелия в расчете на одно ядро бериллия. Провести аналогичный расчет для числа накапливающихся ядер трития. Сколько всего нейтронов требуется для генерации одного ядра гелия? Одного ядра трития?</p> <p>4.Задача 4. Радиоактивный атом <math>^{90}\text{Th-232}</math> превратился в атом <math>^{83}\text{Bi-212}</math>. Сколько при этом произошло <math>\alpha</math>- и <math>\beta</math>-распадов?</p> <p>5.Задача 5. Вычислить энергию связи нейтрона в ядре <math>^{7}\text{N-14}</math>, если известно, что энергии связи ядер <math>^{7}\text{N-13}</math> и <math>^{7}\text{N-14}</math> равны 94,10 и 104,66 МэВ.</p> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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: 70

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

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

#### КМ-2. Контрольное мероприятие 2. Решение уравнения переноса излучений.

**Расчет характеристик полей излучения в задачах с простой геометрией для источников простых геометрических форм**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение письменного задания в аудитории

#### Краткое содержание задания:

Ответы на вопросы и решение задач по теме "Решение уравнения переноса излучений. Расчет характеристик полей излучения в задачах с простой геометрией для источников простых геометрических форм."

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                   |                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: решать типовые задачи взаимодействия излучений с веществом | 1.Задача 1. Точечный изотропный источник тепловых нейтронов окружен большим объемом тяжелой воды. Вычислить диффузионную длину нейтрона в этой |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>среде, если отношение плотности потоков нейтронов на расстоянии <math>r_1 = 15</math> см и <math>r_2 = 30</math> см от источника <math>\eta = \Phi(r_1)/\Phi(r_2) = 2,2</math>.</p> <p>2.Задача 2. Запишите формулу для косинуса угла рассеяния нейтрона в лабораторной системе координат <math>\mu = \cos\theta</math> при неупругом рассеянии нейтрона на ядре с массовым числом <math>A</math>.</p> <p>3.Задача 3. Получить решение уравнения элементарной теории диффузии в бесконечной однородной среде для плоского изотропного источника мощности <math>q</math>.</p> <p>4.Задача 4. В реакции взаимодействия <math>\alpha</math>-частицы с неподвижным ядром азота <math>{}^7\text{N-14}(\alpha, p){}^8\text{O-17}</math> кинетическая энергия <math>\alpha</math>-частицы равна <math>W_\alpha = 4,0</math> МэВ. Найти, под каким углом к направлению движения <math>\alpha</math>-частицы вылетает протон, если известно, что его кинетическая энергия <math>W_p = 2,09</math> МэВ. Энергия реакции равна <math>Q = -1,18</math> МэВ.</p> <p>5.Задача 5. Получить решение уравнения элементарной теории диффузии в бесконечной однородной среде для точечного изотропного источника мощности <math>q</math>.</p> <p>6.Задача 6. Используя решение задачи 2, определите при какой минимальной (пороговой) начальной энергии <math>W</math> возможно рассеяние на угол <math>\theta</math>, равный 90 градусов, если нейтрон испытывает неупругое рассеяние на первом уровне возбуждения ядра <math>{}^{56}\text{Fe}</math> (<math>E^* = 0,845</math> МэВ).</p> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

#### КМ-3. Презентация РГР (реферат) по заданной теме

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Реферат

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение письменного домашнего задания.

**Краткое содержание задания:**

Составление реферата по заданной теме в соответствии с установленными требованиями по содержанию и оформлению.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: методику экспериментального исследования нейтронного излучения плазмы | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Газовые ионизационные детекторы.</li><li>2. Кристаллические, полупроводниковые детекторы.</li><li>3. Сцинтилляционные детекторы.</li><li>4. Трековые детекторы.</li><li>5. Времяпролетный и магнитный спектрометр.</li><li>6. Физические основы методов спектрометрии. Функция отклика детектора.</li><li>7. Основные характеристики спектрометра.</li><li>8. Типы сцинтилляционных гамма-спектрометров.</li><li>9. Кристалл-дифракционные фотонные и нейтронные спектрометры. Дифракция фотонов и нейтронов на плоском кристалле.</li><li>10. Магнитные спектрометры заряженных частиц.</li><li>11. Времяпролетный метод спектрометрии нейтронов.</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

*Оценка: 2*

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

**КМ-4. Контрольное мероприятие 4. Радиационное повреждение материалов**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение письменного задания в аудитории

**Краткое содержание задания:**

Ответы на вопросы и решение задач по теме "Радиационное повреждение материалов".

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: эффекты воздействия нейтронного излучения на конструкционные материалы | <p>1. Вопрос 1. Поток быстрых нейтронов падает на пластину из железа <math>^{56}\text{Fe}</math>. Какие реакции взаимодействия быстрых нейтронов с ядрами атомов железа вызывают смещения атомов кристаллической решетки, если состав химических элементов (в том числе изотопов) пластины при этом взаимодействии не меняется?</p> <p>2. Вопрос 2. Дайте краткое описание реакций из ответа к предыдущему вопросу. Если какие-либо реакции имеют несколько видов, кратко опишите эти виды.</p> <p>3. Вопрос 3. Что такое радиационный каскад в теории радиационных повреждений материалов?</p> <p>4. Вопрос 4. Опишите этапы развития радиационного каскада при взаимодействии быстрых нейтронов с металлами.</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:***Оценка: 5**Нижний порог выполнения задания в процентах: 70**Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно**Оценка: 4**Нижний порог выполнения задания в процентах: 60**Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач**Оценка: 3**Нижний порог выполнения задания в процентах: 50**Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено**Оценка: 2**Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено***КМ-5. Контрольное мероприятие 5. Топливный цикл ядерной энергетики с установками деления и синтеза ядер****Формы реализации:** Письменная работа**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение письменного задания в аудитории**Краткое содержание задания:**

Ответы на вопросы и решение задач по теме "Топливный цикл ядерной энергетики с установками деления и синтеза ядер."

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                            |                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: особенности ядерного топливного цикла с установками | <p>1. Вопрос 1. Что такое ядерный топливный цикл?</p> <p>2. Вопрос 2. Какой вид топлива определяет в</p> |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| деления и синтеза ядер | <p>настоящее время особенности топливного цикла с использованием установок «чистого» и гибридного ядерного синтеза?</p> <p>3.Вопрос 3. Назовите в порядке последовательности основные этапы обращения с ядерным топливом реакторов деления (общая схема для всех топливных циклов). Если какой-либо этап обращения связан не только с последующим этапом, но и с другими, укажите, с какими еще этапами он связан.</p> <p>4.Вопрос 4. Перечислите типы топливного цикла с реакторами деления в зависимости от вида ядерного горючего? Какой материал является фертильным (сырьевым), а какой топливным (делящимся) для каждого цикла.</p> <p>5.Вопрос 5. Какой тип ядерного топливного цикла реакторов деления в настоящее время наименее развит?</p> |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2*

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

#### **КМ-6. Контрольное мероприятие 6. Термоядерный источник нейтронов и проблемы ядерной энергетики**

**Формы реализации:** Обмен электронными документами

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 15**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение письменного задания в аудитории.

#### **Краткое содержание задания:**

Ответы на вопросы и решение задач по теме "Термоядерный источник нейтронов и проблемы ядерной энергетики."

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                    |                                                                                                  |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: проблемы современной ядерной и термоядерной | 1.Вопрос 1. Какова наиболее важная задача, которую должна решить современная ядерная энергетика? |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>энергетики и значение гибридных термоядерных установок в их решении;</p> | <p>2.Вопрос 2. Что такое гибридный термоядерный реактор (термоядерный источник нейтронов)? Дайте краткую характеристику.</p> <p>3.Вопрос 3. Назовите две основные причины аварий на современных ядерных реакторах. К каким решениям проблемы безопасности привели эти две причины в гибридном термоядерном реакторе?</p> <p>4.Вопрос 4. В какой установке нагрузка на первую стенку и дивертор в стационарном режиме ниже: в «чистом» термоядерном реакторе или в гибридном?</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2*

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

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 7 семестр

#### Форма промежуточной аттестации: Экзамен

#### Пример билета

1. Реакция радиационного захвата нейтронов атомными ядрами. Понятие отравления и зашлаковывания ядерного реактора. Влияние радиационного захвата нейтронов на процессы, протекающие в активной зоне ядерного реактора.
2. Определение спектроскопии и спектрометрии излучения. Принцип работы нейтронного магнитного спектрометра.
3. Найти энергию связи ядра, которое имеет одинаковое число протонов и нейтронов и радиус в полтора раза меньший радиуса ядра  $^{13}\text{Al-27}$ . Учесть, что изотопы химических элементов имеют одинаковое число протонов. Массы возможных изотопов атомов:  
Масса изотопа  $^3\text{Li6}$  – 6,01513 а. е. м.;  
Масса изотопа  $^4\text{Be8}$  – 8,00531 а. е. м.;  
Масса изотопа  $^5\text{B10}$  – 10,01294 а. е. м.;  
Масса протона – 1,007247 а. е. м.;  
Масса нейтрона – 1,008665 а. е. м.

#### Процедура проведения

Экзамен проводится в письменно-устной форме. На подготовку ответа дается 60 минут. Кроме ответа на вопросы билета, студент должен ответить на дополнительные вопросы.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-ЗПК-4 Владеет навыками расчетов характеристик поля нейтронного и фотонного излучения в узлах термоядерного источника нейтронов

#### Вопросы, задания

1. Перечислите основные реакции взаимодействия нейтронов с веществом.
2. Чем гибридный термоядерный реактор отличается от негибридного?
3. Какой вид топлива определяет особенности топливного цикла с установками ядерного синтеза?
4. Какой вид имеет энергетический спектр нейтронов, по которому измеряется температура ионов в реакциях ядерного синтеза?
5. В чем различие между аналоговым и не аналоговым моделированием в методе Монте-Карло?
6. Чем отличаются стохастические численные методы решения задач от детерминистских?
7. Дайте определение диффузии нейтронов. В чем физический смысл закона Фика?
8. Дайте определение энергии реакции.
9. Какие виды процессов рассеяния нейтронов на ядрах вы знаете? В чем их особенности?
10. Дайте определение радиационного повреждения реакторных материалов.

## Материалы для проверки остаточных знаний

1. Определите, в каком порядке перечисленные механизмы взаимодействия гамма-излучения с веществом становятся преобладающими при увеличении энергии гамма-квантов от малых значений к промежуточным и большим

Ответы:

эффект Комптона образование электрон-позитронных пар фотоэффект

Верный ответ: фотоэффект эффект Комптона образование электрон-позитронных пар

2. Ядро изотопа урана 235 делится преимущественно нейтронами

Ответы:

быстрыми промежуточными тепловыми холодными ультра-холодными

Верный ответ: тепловыми

3. Какие из перечисленных реакций взаимодействия нейтронов с атомными ядрами не имеют минимальной (пороговой) кинетической энергии взаимодействующих частиц?

Ответы:

радиационный захват потенциальное упругое рассеяние неупругое рассеяние реакция (n,2n) деление изотопа урана-235 деление изотопа плутония-239 деление изотопа тория-232

Верный ответ: радиационный захват потенциальное упругое рассеяние деление изотопа урана-235 деление изотопа плутония-239

4. В реакции ядерного синтеза дейтерия и трития образуются нейтроны с энергией \_\_\_\_ МэВ.

14

Ответы:

1,25 2,45 10,5 14,1 20,1

Верный ответ: 14

5. Наибольшей удельной энергией связи нуклонов обладают ядра

Ответы:

нечетно-нечетные нечетно-четные четно-нечетные четно-четные

Верный ответ: четно-четные

6. При реакторном облучении повреждения в структуре конструкционных материалов создают, в основном,

Ответы:

быстрые нейтроны промежуточные нейтроны резонансные нейтроны тепловые нейтроны

Верный ответ: быстрые нейтроны

7.1 барн =  $10^7 \text{ м}^2$

Ответы:

-22 -24 -26 -28 -30

Верный ответ: -28

## II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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: 70

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

Оценка: 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2*

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

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

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