

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

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

**Наименование образовательной программы: Тепловые электрические станции**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Природоохранные технологии на ТЭС**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|  |                                                    |                               |
|--|----------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|  | Владелец                                           | Прохоров В.Б.                 |
|  | Идентификатор                                      | R183612c6-ProkhorovVB-ce49934 |

В.Б. Прохоров

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|  |                                                    |                                |
|--|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|  | Владелец                                           | Тараторин А.А.                 |
|  | Идентификатор                                      | Ra801db72-TaratorinAA-0945af7f |

А.А.  
Тараторин

Заведующий  
выпускающей кафедрой

|  |                                                    |                              |
|--|----------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|  | Владелец                                           | Дудолин А.А.                 |
|  | Идентификатор                                      | Rb94958b9-DudolinAA-83802984 |

А.А. Дудолин

## 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. УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов

ИД-4 Демонстрирует понимание влияния объектов профессиональной деятельности на состояние природной среды и устойчивое развитие общества

2. ПК-1 Способен участвовать в производственно-технологической деятельности в сфере теплоэнергетики и теплотехники

ИД-5 Выполняет комплекс экономических и/или экологических расчётов объектов профессиональной деятельности

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Основы природоохранного законодательства РФ (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Выполнение и защита второй части курсовой работы (Индивидуальный проект)
2. Выполнение и защита первой части курсовой работы (Индивидуальный проект)
3. Лабораторная работа №2 по теме "Физические воздействия ТЭС и АЭС на биосферу" (Лабораторная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Лабораторная работа № 3 по темам "Нормативные методики расчета выбросов вредных веществ в атмосферу тепловыми электростанциями" и "Рассеивание выбросов ТЭС и АЭС в атмосфере" (Лабораторная работа)
2. Лабораторная работа №1 по теме "Образование газообразных вредных веществ при сжигании органического топлива, методы и технологии снижения их выбросов" (Лабораторная работа)

## 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    | 6    | 8    | 10   | 12   | 15   |
| Экология энергетики и основы природоохранного законодательства |                                 |      |      |      |      |      |      |

|                                                                                                                             |   |   |   |   |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Содержание современной экологии и характеристика глобальных экологических проблем.                                          | + |   |   | + |   |   |
| Воздействия энергетики на окружающую среду. Основы природоохранного законодательства РФ                                     | + |   |   | + |   |   |
| Нормативные методики расчета выбросов вредных веществ в атмосферу тепловыми электростанциями                                |   |   |   |   |   |   |
| Методика расчета массовых выбросов загрязняющих веществ с помощью измерения их концентрации в дымовых газах                 |   | + | + |   |   | + |
| Расчетные методики определения выбросов загрязняющих веществ ТЭС                                                            |   |   | + |   |   | + |
| Расcеивание выбросов ТЭС и АЭС в атмосфере. Газоотводящие трубы ТЭС и АЭС                                                   |   |   |   |   |   |   |
| Строение атмосферы                                                                                                          | + |   |   | + |   |   |
| Дымовые трубы ТЭС                                                                                                           |   | + | + |   |   | + |
| Нормативная методика рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере                                                           |   |   | + |   |   | + |
| Золоулавливание и золоудаление                                                                                              |   |   |   |   |   |   |
| Основы теории золоулавливания                                                                                               |   | + | + |   | + | + |
| Золоуловители ТЭС                                                                                                           |   | + | + |   |   | + |
| Золоудаление                                                                                                                |   | + | + |   |   | + |
| Образование газообразных загрязняющих веществ при сжигании органического топлива, методы и технологии снижения их выбросов. |   |   |   |   |   |   |
| Образование оксидов азота и пути снижения их выброса                                                                        | + | + | + | + | + | + |
| Образование оксидов серы и пути снижения их выброса.                                                                        | + |   |   | + |   |   |
| Выбросы бенз(а)пирена и оксида углерода при сжигании органического топлива                                                  | + |   |   | + |   |   |
| Сжигание топлива в "кипящем слое"                                                                                           | + |   |   | + |   |   |
| Физические воздействия ТЭС и АЭС на биосферу                                                                                |   |   |   |   |   |   |
| Шумовое воздействие ТЭС на окружающую среду                                                                                 |   | + | + |   | + |   |
| Электромагнитное воздействие ТЭС и АЭС на окружающую среду                                                                  |   |   |   |   | + |   |
| Сточные воды ТЭС и АЭС и методы их очистки                                                                                  |   |   |   |   |   |   |
| Классификация водоемов и сточных вод ТЭС                                                                                    |   | + | + |   | + |   |
| Снижение сбросов сточных вод ТЭС                                                                                            | + |   |   | + |   |   |

|         |    |    |    |    |    |    |
|---------|----|----|----|----|----|----|
| Вес КМ: | 20 | 10 | 20 | 20 | 20 | 10 |
|---------|----|----|----|----|----|----|

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

### БРС курсовой работы/проекта

7 семестр

| Раздел дисциплины                                                                                                                                                                                                                                      | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|
|                                                                                                                                                                                                                                                        | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 |
|                                                                                                                                                                                                                                                        | Срок КМ:                        | 8    | 16   |
| Нормативная методика расчета выбросов золы. Золоулавливание на ТЭС                                                                                                                                                                                     |                                 | +    |      |
| Нормативные методики расчета выбросов загрязняющих веществ.<br>Рассеивание выбросов ТЭС в атмосфере. Газоотводящие трубы ТЭС.<br>Образование газообразных вредных веществ при сжигании органического топлива, методы и технологии снижения их выбросов |                                 |      | +    |
| Вес КМ:                                                                                                                                                                                                                                                |                                 | 50   | 50   |

## 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-8               | ИД-4 <sub>УК-8</sub> Демонстрирует понимание влияния объектов профессиональной деятельности на состояние природной среды и устойчивое развитие общества | Знать:<br>Нормативные методики расчета выбросов вредных веществ и их рассеивания в атмосфере.<br>Уметь:<br>Использовать программы расчетов выбросов вредных веществ и их рассеивания в атмосфере, программы расчета распространения шума.          | Основы природоохранного законодательства РФ (Тестирование)<br>Лабораторная работа № 3 по темам "Нормативные методики расчета выбросов вредных веществ в атмосферу тепловыми электростанциями" и "Рассеивание выбросов ТЭС и АЭС в атмосфере" (Лабораторная работа)<br>Лабораторная работа №1 по теме "Образование газообразных вредных веществ при сжигании органического топлива, методы и технологии снижения их выбросов" (Лабораторная работа)<br>Выполнение и защита второй части курсовой работы (Индивидуальный проект)                                                                                                                                                            |
| ПК-1               | ИД-5 <sub>ПК-1</sub> Выполняет комплекс экономических и/или экологических расчётов объектов профессиональной деятельности                               | Знать:<br>Основные характеристики шума, источники повышенного уровня шума на ТЭС, нормирование шума, методы снижения уровня шума.<br>Конструкции дымовых труб, золоуловителей и установок очистки дымовых газов от газообразных веществ.<br>Уметь: | Основы природоохранного законодательства РФ (Тестирование)<br>Выполнение и защита первой части курсовой работы (Индивидуальный проект)<br>Лабораторная работа № 3 по темам "Нормативные методики расчета выбросов вредных веществ в атмосферу тепловыми электростанциями" и "Рассеивание выбросов ТЭС и АЭС в атмосфере" (Лабораторная работа)<br>Лабораторная работа №1 по теме "Образование газообразных вредных веществ при сжигании органического топлива, методы и технологии снижения их выбросов" (Лабораторная работа)<br>Лабораторная работа №2 по теме "Физические воздействия ТЭС и АЭС на биосферу" (Лабораторная работа)<br>Выполнение и защита второй части курсовой работы |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                         |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|  |  | <p>Самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета выбросов загрязняющих веществ и их рассеивания в атмосфере, применять их для решения поставленной задачи.</p> <p>Осуществлять поиск, анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимое оборудование для снижения воздействия энергетических объектов на окружающую среду.</p> | (Индивидуальный проект) |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|

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

### КМ-1. Основы природоохранного законодательства РФ

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

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают бланк с вариантом теста. На выполнения теста отводится 15 минут без возможности пользоваться вспомогательным материалом.

**Краткое содержание задания:**

Ориентирован на проверку знаний по теме

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Знать: Нормативные методики расчета выбросов вредных веществ и их рассеивания в атмосфере.</p> | <p>1.</p> <p>1. Максимально-разовая ПДК, мг/м<sup>3</sup>, диоксида азота для селитебной территории в нашей стране составляет:</p> <p>2. 1. 0,085;</p> <p>3. 2. 0,1;</p> <p>4. <b>3. 0,2;</b></p> <p>5. 4. 0,5</p> <p>6. 5. 1,0</p> <p>7. Ответ 3</p> <p>2. Какие вредные вещества являются веществами одностороннего действия?</p> <p>1. 1. NO и SO<sub>2</sub>;</p> <p>2. 2. CO и SO<sub>2</sub>;</p> <p>3. 3. NO и CO;</p> <p>4. 4. NO и NO<sub>2</sub>;</p> <p>5. <b>5. SO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub>.</b></p> <p>6. <b>Ответ 5</b></p> <p>3. Приземные концентрации загрязняющих веществ по нормативной методике определяются для метеоусловий:</p> <p>1. 1. нормальных (наиболее типичных для данной местности);</p> <p>2. 2. аномальных;</p> <p>3. <b>3. неблагоприятных.</b></p> <p>4. <b>Ответ 3</b></p> <p>4. В соответствии с нормативной методикой опасная скорость ветра – это скорость:</p> <p>1. 1. при которой возникает избыточное статическое давление в дымовой трубе;</p> <p>2. 2. при которой возможно разрушение дымовой трубы;</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



|                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                    | <p><b>3. при которой возникают максимальные приземные концентрации от выбросов дымовой трубы.</b></p> <p>5. Концентрация оксидов азота в дымовых газах котлов зависит:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. от температуры уходящих газов; о</li> <li>2. от средней температуры в топке котла;</li> <li>3. <b>от максимальной температуры в зоне горения.</b></li> </ol> <p><b>Ответ 3</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>Уметь: Самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета выбросов загрязняющих веществ и их рассеивания в атмосфере, применять их для решения поставленной задачи.</p> | <p>1. Как изменится необходимая высота дымовой трубы, рассчитываемая по диоксиду серы, если содержание серы в топливе возрастет в два раза?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. возрастет в 2 раза;</li> <li>2. <b>2. возрастет в корень из 2 раз;</b></li> <li>3. 3. возрастет в корень кубический из 2 раз;</li> <li>4. 4. возрастет в корень шестой степени раз.</li> <li>5. Ответ 2</li> </ol> <p>2. Как изменится ПДВ диоксида серы, если фоновая концентрация SO<sub>2</sub> возрастет с 0,1 до 0,3 мг/м<sup>3</sup>?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. снизится в три раза;</li> <li>2. возрастет в три раза;</li> <li>3. снизится в четыре раза;</li> <li>4. <b>4. снизится в два раза;</b></li> <li>5. <i>возрастет в два раза.</i></li> </ol> <p><b>Ответ 4</b></p> <p>3. Как изменится приземная концентрация золы, если высоту дымовой трубы увеличить в 2 раза при прочих равных условиях?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1. снизится в 2 раза;</li> <li>2. 2. возрастет в 2 раза;</li> <li>3. 3. снизится в корень из 2 раз;</li> <li>4. <b>4. снизится в 4 раза.</b></li> </ol> <p>4. Как изменится выброс золы в атмосферу, если степень золоулавливания в золоуловителе возрастет с 90 до 99 %?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1. снизится на 9 %;</li> <li>2. <b>2. снизится в 10 раз;</b></li> <li>3. 3. <i>снизится в 9 раз.</i></li> <li>4. Ответ 2</li> </ol> |

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 86

Описание характеристики выполнения знания: Оценка отлично получает студент, который дал не более двух неправильных ответов из 15 вопросов теста.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка хорошо получает студент, который дал три неправильных ответов из 15 вопросов теста.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 73

Описание характеристики выполнения знания: Оценка удовлетворительно получает студент, который дал четыре неправильных ответов из 15 вопросов теста.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка неудовлетворительно получает студент, который дал более четырех неправильных ответов из 15 вопросов теста.

## КМ-2. Выполнение и защита первой части курсовой работы

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Индивидуальный проект

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждый студент защищает результаты первой части курсовой работы. К защите допускаются студенты, которые правильно выполнили все разделы первой части курсовой работы

### Краткое содержание задания:

Первая часть курсовой работы содержит: 1. Расчет параметров электрофильтра при равномерном поле скоростей; 2. Расчет параметров электрофильтра с учетом неравномерности поля скоростей и протечек газов через неактивные зоны; 3. Расчет оптимального режима встряхивания золы в электрофильтре; 4. Выполнить эскиз выбранного электрофильтра

### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Конструкции дымовых труб, золоуловителей и установок очистки дымовых газов от газообразных веществ.                                                                       | 1. Какие типы золоуловителей применяются на ТЭС?<br>2. Какие аэродинамические факторы влияют на эффективность улавливания золы в электрофильтре?<br>3. Какие свойства частиц золы влияют на эффективность улавливания золы в электрофильтре?<br>4. Как и за счет чего происходит улавливание золы в электрофильтре?<br>5. Что такое параметр золоулавливания? Как он связан с проскоком золы? |
| Уметь: Осуществлять поиск, анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимое оборудование для снижения воздействия энергетических объектов на окружающую среду. | 1.. Как рассчитывается параметр золоулавливания электрофильтра?<br>2.. Как рассчитывается оптимальный режим встряхивания золы в электрофильтре?<br>3.. Как рассчитать выбросы золы в атмосферу?                                                                                                                                                                                               |

### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Ответы правильные и полные

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Ответы в основном правильные, но недостаточно полные

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Ответы не полные, содержат неточности

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 выставляется, если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию 65

**КМ-3. Лабораторная работа № 3 по темам "Нормативные методики расчета выбросов вредных веществ в атмосферу тепловыми электростанциями" и "Рассеивание выбросов ТЭС и АЭС в атмосфере"**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 20**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение работы, обработка результатов, проведение расчетов, оформление пояснительной записки, защита лабораторной работы.

**Краткое содержание задания:**

Студент выполняет измерения концентраций оксидов азота на ТЭЦ МЭИ с помощью газоанализатора. Для определения режима работы котла снимает показания приборов на щите управления котла, рассчитывает выброс оксидов азота. Так же выполняется расчет рассеивания загрязняющих веществ с определением максимальной приземной концентрации оксидов азота.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Конструкции дымовых труб, золоуловителей и установок очистки дымовых газов от газообразных веществ.                                                                       | 1. От чего зависит выброс оксидов азота?<br>2. Как влияет содержание серы на выброс оксидов серы?<br>3. Для каких метеоусловий рассчитываются приземные концентрации загрязняющих веществ?<br>4. Что такое опасная скорость ветра?<br>5. Что такое ПДВ? |
| Уметь: Использовать программы расчетов выбросов вредных веществ и их рассеивания в атмосфере, программы расчета распространения шума.                                            | 1. Как рассчитать ПДВ?<br>2. Как рассчитать выбросы оксидов серы при сжигании органического топлива?<br>3. Как рассчитать выбросы оксидов азота при сжигании органического топлива?<br>4. Как рассчитать приземные концентрации загрязняющих веществ?   |
| Уметь: Осуществлять поиск, анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимое оборудование для снижения воздействия энергетических объектов на окружающую среду. | 1. Как рассчитать необходимую высоту дымовых труб?                                                                                                                                                                                                      |

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

*Описание характеристики выполнения знания:* Получены правильные, полные ответы на вопросы

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 80

*Описание характеристики выполнения знания:* Полученные ответы на вопросы правильные, содержат незначительные неточности

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 70

*Описание характеристики выполнения знания:* Полученные ответы на вопросы содержат значительные неточности

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Подавляющее большинство отчетов на вопросы неверные

**КМ-4. Лабораторная работа №1 по теме "Образование газообразных вредных веществ при сжигании органического топлива, методы и технологии снижения их выбросов"**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают индивидуальные задания и выполняют расчет на ЭВМ

**Краткое содержание задания:**

Студенты выполняют расчеты на ЭВМ выбросов и полей приземных концентраций загрязняющих веществ от проектируемой ТЭС, На основании расчетов определяют соответствие ТЭС нормативам природоохранного законодательства

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Нормативные методики расчета выбросов вредных веществ и их рассеивания в атмосфере.                                                                                  | 1.Механизмы образования оксидов азота<br>2.Факторы, влияющие на образование оксидов серы<br>3.Методы подавления образования оксидов азота<br>4. Влияние режима сжигания на выбросы оксидов азота<br>5.Выбросы CO <sub>2</sub> при сжигании различных видов топлива |
| Уметь: Самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета выбросов загрязняющих веществ и их рассеивания в атмосфере, применять их для решения поставленной задачи. | 1.Как рассчитать максимальную приземную концентрацию оксидов азота при выбросе из дымовой трубы?<br>2.Как рассчитать ПДВ?<br>3.Как рассчитать необходимую высоту дымовых труб?                                                                                     |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 90

*Описание характеристики выполнения знания:* Получены правильные, полные ответы на вопросы

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 80

*Описание характеристики выполнения знания:* Полученные ответы на вопросы полные, содержат незначительные неточности

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 70

*Описание характеристики выполнения знания:* Полученные ответы на вопросы содержат значительные неточности

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Подавляющее большинство отчетов на вопросы неверные

### **КМ-5. Лабораторная работа №2 по теме "Физические воздействия ТЭС и АЭС на биосферу"**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты выполняют измерения уровня шума на расстоянии 1 м от турбины в нескольких контрольных точках с помощью шумомера, проводят необходимые расчеты для определения уровня звуковой мощности турбины ТЭЦ МЭИ. Рассчитывают уровни звукового давления в машинном зале с заданными габаритами при установке нескольких турбин. Результаты измерений и расчетов оформляются в виде пояснительной записки. Защита лабораторной работы проводится индивидуально для каждого студента.

#### **Краткое содержание задания:**

Выполнить измерения уровня звукового давления, создаваемого турбиной ТЭЦ МЭИ и рассчитать уровень ее звуковой мощности. Рассчитать уровень звукового давления при размещении нескольких таких турбин в машинном зале с заданным объемом помещения

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Основные характеристики шума, источники повышенного уровня шума на ТЭС, нормирование шума, методы снижения уровня шума.                                                   | 1.Основные характеристики шума<br><br>2.Основные источники повышенного уровня шума на ТЭС<br>3.Основные источники повышенного уровня шума на ТЭС<br>4.Методы снижения уровня шума<br>5.Методы снижения уровня шума                                                                                   |
| Уметь: Осуществлять поиск, анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимое оборудование для снижения воздействия энергетических объектов на окружающую среду. | 1.<br>1. Как определить уровень звуковой мощности источника шума<br><br>2. Как определяется суммарный уровень шума при работе нескольких источников шума?<br>3. Как рассчитать снижение уровня шума при его распространении на открытом воздухе?<br>4. Как рассчитать снижение уровня шума в газовом |

|  |             |
|--|-------------|
|  | тракте ТЭС? |
|--|-------------|

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Получены правильные, полные ответы на вопросы

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Полученные ответы на вопросы правильные, содержат незначительные неточности

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Полученные ответы на вопросы содержат значительные неточности

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Подавляющее большинство ответов на вопросы неверные

#### КМ-6. Выполнение и защита второй части курсовой работы

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Индивидуальный проект

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждый студент защищает результаты второй части курсовой работы. К защите допускаются студенты, которые правильно выполнили все разделы второй части курсовой работы

#### Краткое содержание задания:

Вторая часть курсовой работы содержит: 1. Расчет выбросов загрязняющих веществ от проектируемой ТЭС; 2. Расчет необходимой высоты дымовых труб; 3. Расчет максимальных приземных концентраций от выбросов ТЭС; 4. Расчет ПДВ для заданной высоты дымовых труб

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Конструкции дымовых труб, золоуловителей и установок очистки дымовых газов от газообразных веществ.                            | 1. Для каких метеоусловий рассчитывается высота дымовых труб?<br>2. Что такое суммация веществ одностороннего действия?<br>3. Что такое опасная скорость ветра?<br>4. Что такое ПДК и как они устанавливаются?<br>5. Что такое ПДВ?                                     |
| Уметь: Использовать программы расчетов выбросов вредных веществ и их рассеивания в атмосфере, программы расчета распространения шума. | 1. Как рассчитать необходимую высоту дымовых труб?<br>2. Как рассчитать ПДВ загрязняющих веществ?<br>3. Как рассчитать максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ?<br>4. Как рассчитать выбросы оксидов серы?<br>5. Как рассчитать выбросы оксидов азота? |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Ответы правильные и полные*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Ответы в основном правильные, но недостаточно полные*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Ответы не полные, содержат неточности*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию 65*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 7 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Процедура проведения

Экзамен устный и включает два теоретических вопроса и задачу. К экзамену допускаются студенты, успешно выполнившие и защитившие все контрольные мероприятия предусмотренные в БАРСе, а также защитившие курсовую работу.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-4<sub>УК-8</sub> Демонстрирует понимание влияния объектов профессиональной деятельности на состояние природной среды и устойчивое развитие общества

### Вопросы, задания

1.

Билет 3

1. Шум энергетического оборудования и его воздействие на человека. Основные характеристики шума. Нормирование шума. Методы снижения уровня шума.

2. Методы подавления образования оксидов азота в топках котлов.

3. Задача. Три источника шума создают в точке А на среднегеометрической частоте следующие уровни звукового давления:

1-ый источник  $L_1=100$  дБ;

2 –ой источник  $L_2=90$  дБ;

3–ий источник  $L_3=70$  дБ.

Определить уровень шума при работе трех источников

2.

Билет 4

1. Виды сточных вод ТЭС. Замазученные воды ТЭС и методы их очистки. Воды гирозолоудаления.

2. Горелочные устройства с малыми выбросами оксидов азота. Очистка газов от оксидов азота.

3. Задача. Определить долю золы, улавливаемую в каждом поле 3-х полного электрофильтра, если общая степень улавливания золы в электрофильтре составляет  $\eta_{\text{зу}}=0,98$ .

### Материалы для проверки остаточных знаний

1.1. Как приземные концентрации зависят от высоты дымовой трубы  $h$ ?

Ответы:

1. Обратно пропорциональны корню квадратному из  $h$ ; 2. Обратно пропорциональны  $h$ ;

3. **Обратно пропорциональны  $h$  в квадрате**; 4. Обратно пропорциональны  $h$  в кубе.

Верный ответ: 3. Обратно пропорциональны  $h$  в квадрате

2.2. Для каких метеоусловий рассчитывается высота дымовых труб?

Ответы:

1. Для средних метеоусловий в году; 2. **Для неблагоприятных метеоусловий**; 3. Для аномальных метеоусловий

Верный ответ: 2. Для неблагоприятных метеоусловий

3.5. Что такое опасная скорость ветра?

Ответы:



1. Это скорость ветра, при которой возникают избыточные статические давления в дымовой трубе; **2. Это скорость ветра, при которой возникают максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ**; 3. Если скорость ветра будет превышать опасную, то может начаться разрушение дымовой трубы.

Верный ответ: 2. Это скорость ветра, при которой возникают максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ

4.8. Выброс какого вещества считается основным виновником парникового эффекта?

Ответы:

1. CO; 2. CO<sub>2</sub>; 3. NO; 4. O<sub>3</sub>; 5. NO<sub>2</sub>

Верный ответ: 2. CO<sub>2</sub>;

5.9. Какую характеристику шума измеряют с помощью шумомера?

Ответы:

1. Уровень звуковой мощности; 2. Уровень звукового давления; 3. Уровень интенсивности шума

Верный ответ: 2. Уровень звукового давления

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-5<sub>ПК-1</sub> Выполняет комплекс экономических и/или экологических расчётов объектов профессиональной деятельности

### Вопросы, задания

1.

Билет 1

1.ПДК и ПДВ загрязняющих веществ. Вещества одностороннего действия. Технологические нормативы удельных выбросов оксидов азота. Наилучшие доступные технологии (НДТ).

2.Типы золоуловителей ТЭС, их конструкции, преимущества и недостатки. Конструкция электрофильтров и факторы, влияющие на эффективность их работы.

3. Задача. Рассчитать выбросы основных загрязняющих веществ при работе энергоблока мощностью 500 МВт на Кузнецком тощем угле. Расход топлива на энергоблок составляет 181 т/ч. Концентрация оксидов азота в сухих газах составляет 700 мг/м<sup>3</sup>

2.

Билет 2

1.Выбросы загрязняющих веществ тепловыми электростанциями при сжигании различных топлив. Доля ТЭС в загрязнении окружающей среды. Методики расчета выбросов загрязняющих веществ.

2.Механизмы образования оксидов азота в топках котлов (термические, «быстрые» и топливные оксиды азота). Ступенчатое сжигание топлива.

3.Задача. Рассчитать концентрацию оксидов серы в сухих дымовых газах котла, работающего на Экибастузском угле марки СС. Расход топлива на котел составляет 298 т/ч. Концентрацию оксидов серы выразить в ppm

3.

Билет 5

1.Теория золоулавливания. Мокрые золоуловители, их конструкция и эффективность золоулавливания.

2.Использование рециркуляции дымовых газов и ступенчатого сжигания для снижения выбросов оксидов азота при сжигании различных видов топлива.

3.Задача Как должна измениться необходимая высота дымовой трубы, рассчитанная по выбросам оксидов серы, если фоновые концентрации оксидов серы возрастут с 0,1 мг/м<sup>3</sup> до 0,4 мг/м<sup>3</sup>

### Материалы для проверки остаточных знаний

1.3. При сжигании каких видов топлива образуется зола?

Ответы:

1. При сжигании природного газа, мазута и угля; 2. При сжигании угля и природного газа; **3. При сжигании угля и мазута**; 4. При сжигании угля

Верный ответ: 3. При сжигании угля и мазута

2.4. При сжигании каких видов топлива образуются в больших объемах выбросы оксидов серы?

Ответы:

1. При сжигании природного газа, мазута и угля; 2. При сжигании угля и природного газа; **3. При сжигании угля и мазута**; 4. При сжигании угля

Верный ответ: 3. При сжигании угля и мазута

3.6. От чего зависит величина образующихся выбросов оксидов серы при сжигании органического топлива?

Ответы:

1. От количества сожженного топлива, от содержания серы в топливе, от температуры и избытка воздуха в зоне горения; **2. От количества сожженного топлива и от содержания серы в топливе**; 3. От количества сожженного топлива, от содержания серы в топливе и от температуры в зоне горения

Верный ответ: 2. От количества сожженного топлива и от содержания серы в топливе

4.7. От чего зависит величина образующихся выбросов оксидов азота при сжигании органического топлива?

Ответы:

**1. От количества сожженного топлива, от содержания азота в топливе, от температуры и избытка воздуха в зоне горения**; 2. От количества сожженного топлива и от содержания азота в топливе; 3. От количества сожженного топлива, от содержания азота в топливе и от температуры уходящих газов

Верный ответ: 1. От количества сожженного топлива, от содержания азота в топливе, от температуры и избытка воздуха в зоне горения

5.10. Какие методы очистки применяются на ТЭС для вод, загрязненных нефтепродуктами

Ответы:

1. Электродиализ; 2. Флотация; 3. Фильтрование; **4. Отстаивание, флотация и фильтрование**; 5. Отстаивание, флотация, фильтрование и электродиализ

Верный ответ: 4. Отстаивание, флотация и фильтрование

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Ответа правильные и полные*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Ответы в основном правильные*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Ответы не всегда правильные, содержат неточности*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Значительная часть ответов (65 %) неправильные*

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

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании зачетной и экзаменационной составляющих. В приложение к диплому выносятся оценка за 7 семестр и за курсовую работу

**Для курсового проекта/работы:**

**7 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

### ***I. Процедура защиты КП/КР***

Выполненную, проверенную, оформленную и допущенную преподавателем к защите первую часть курсовой работы студенты защищают на 8 - 9 учебной неделе. Выполненную, проверенную, оформленную и допущенную преподавателем к защите вторую часть курсовой работы студенты защищают на комиссии на 15 - 16 учебной неделе.

### ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено полностью и правильно.  
Ответы на вопросы полные и правильные*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено полностью и правильно.  
Ответы на вопросы не достаточно полные и содержат мелкие неточности*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено полностью и правильно.  
Ответы на вопросы содержат неточности и не полные*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Задание не выполнено в установленные сроки. Ответы на вопросы в основном не правильные*

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

Оценка за курсовую работу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».