

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

**Направление подготовки/специальность: 27.04.04 Управление в технических системах**

**Наименование образовательной программы: Управление и информатика в технических системах**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Надежность и диагностика энергетических объектов**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|                                                                                   |                                                    |                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|                                                                                   | Владелец                                           | Шихин В.А.                   |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | Rb9b22309-ShikhinVA-ab30e2ff |

В.А. Шихин

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|                                                                                   |                                                    |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|                                                                                   | Владелец                                           | Бобряков А.В.                  |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R2c90f415-BobriakovAV-70dec1fa |

А.В.  
Бобряков

Заведующий  
выпускающей кафедрой

|                                                                                   |                                                    |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|                                                                                   | Владелец                                           | Бобряков А.В.                  |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R2c90f415-BobriakovAV-70dec1fa |

А.В.  
Бобряков

## 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. РПК-1 Способен проектировать программно-аппаратные комплексы для систем автоматизации и управления

ИД-1 Демонстрирует знание современных информационных технологий, технологий проектирования программного обеспечения и аппаратно-технических средств для решения задач автоматизации и управления в технических и организационно-технических системах

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Защита лабораторных работ №1 - №4 (Тестирование)
2. Тест-1. «Знание предметной области исследований» (Тестирование)
3. Тест-2. «Знание устройств, установок, технологий» (Тестирование)
4. Тест-3. «Умение проводить анализ надежности» (Тестирование)
5. Тест-4. «Промышленные системы мониторинга и диагностики» (Тестирование)

## БРС дисциплины

3 семестр

| Раздел дисциплины                                                                                                                                       | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|
|                                                                                                                                                         | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|                                                                                                                                                         | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 10   | 12   | 14   |
| Роль диагностики в электроэнергетике. Содержание и актуальность задач диагностики при оценке надежности энергетических объектов. Термины и определения. |                                 |      |      |      |      |      |
| Задачи диагностики при оценке надежности энергетических объектов.                                                                                       | +                               |      |      |      |      | +    |
| Интеллектуальные энергосистемы СмартГрид как объекты диагностики в современной электроэнергетике                                                        | +                               |      |      |      |      | +    |
| Основные сведения об энергетических системах и устройствах как объектах диагностики.                                                                    |                                 |      |      |      |      |      |
| Объекты электро- и тепло-генерации.                                                                                                                     |                                 |      | +    |      |      |      |
| Методы и средства технической диагностики и мониторинга.                                                                                                |                                 |      |      |      |      |      |
| Ультразвуковая диагностика.                                                                                                                             |                                 |      |      |      | +    |      |
| Хроматография и фото-акустическая спектроскопия.                                                                                                        |                                 |      |      |      | +    |      |

|                                                                                                                                |    |    |    |    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|
| Вибродиагностика.                                                                                                              |    |    |    | +  |    |
| Диагностика и надежность. Оценка проектной надежности и анализ эксплуатационной надежности с учетом данных систем диагностики. |    |    |    |    |    |
| Основные понятия теории надёжности и показатели надёжности элементов.                                                          | +  |    | +  |    | +  |
| Краткий обзор современных методов решения задач анализа надёжности                                                             | +  |    | +  |    | +  |
| Нечеткая (фаззи) модель надежности.                                                                                            | +  |    | +  |    | +  |
| Нейронная модель надежности.                                                                                                   | +  |    | +  |    | +  |
| Нейро-нечеткая модель надежности.                                                                                              | +  |    | +  |    | +  |
| Промышленные системы мониторинга и диагностики.                                                                                |    |    |    |    |    |
| Диагностика силовых трансформаторов                                                                                            |    |    | +  |    |    |
| Диагностика линии электропередач                                                                                               |    |    | +  |    |    |
| Диагностика электромагнитной обстановки.                                                                                       |    |    | +  |    |    |
| Диагностика двигателей                                                                                                         |    |    | +  |    |    |
| Диагностика турбин                                                                                                             |    |    | +  |    |    |
| Вес КМ:                                                                                                                        | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |

\$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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| РПК-1              | ИД-1 <sub>РПК-1</sub> Демонстрирует знание современных информационных технологий, технологий проектирования программного обеспечения и аппаратно-технических средств для решения задач автоматизации и управления в технических и организационно-технических системах | Знать:<br>технологии и стадии проектирования автоматизированных систем управления;<br>основные требования и методики решения аналитических задач;<br>источники научно-технической информации по современным методам анализа.<br>Уметь:<br>формулировать цели, задачи исследований в области диагностики<br>выбирать методы и средства решения задач;<br>применять современные теоретические и экспериментальные методы анализа надежности по результатам диагностики. | Тест-1. «Знание предметной области исследований» (Тестирование)<br>Тест-2. «Знание устройств, установок, технологий» (Тестирование)<br>Тест-3. «Умение проводить анализ надежности» (Тестирование)<br>Тест-4. «Промышленные системы мониторинга и диагностики» (Тестирование)<br>Защита лабораторных работ №1 - №4 (Тестирование) |

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

### **КМ-1. Тест-1. «Знание предметной области исследований»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** при проведении теста обучающемуся предлагается ответить на несколько вопросов. Билеты содержат задачи практического характера. Оценка за тест учитывается при выставлении финальной оценки за дисциплину.

#### **Краткое содержание задания:**

1. Время подготовки ответа не превышает 2 часа. Студент может пользоваться раздаточным материалом, конспектом лекций, рекомендованной литературой.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: источники научно-технической информации по современным методам анализа. | 1. Термины и определения предметной области диагностики и мониторинга. Содержание и актуальность задач диагностики и мониторинга энергетических объектов.<br>2. Роль диагностики при оценке надежности энергетических объектов. |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 81*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если: он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 61*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если: он твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 41*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности при решении практических задач.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не удовлетворительно" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию.

## **КМ-2. Тест-2. «Знание устройств, установок, технологий»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** при проведении теста обучающемуся предлагается ответить на несколько вопросов. Билеты содержат задачи практического характера. Оценка за тест учитывается при выставлении финальной оценки за дисциплину.

### **Краткое содержание задания:**

Время подготовки ответа не превышает 2 часа. Студент может пользоваться раздаточным материалом, конспектом лекций, рекомендованной литературой.

### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                      |                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: применять современные теоретические и экспериментальные методы анализа надежности по результатам диагностики. | 1.Определить критичность оборудования.<br>2.Пример системного решения по организации диагностирования и принятия решений по результатам диагностирования. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 81*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если: он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 61*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если: он твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 41*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности при решении практических задач.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не удовлетворительно" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию.

### КМ-3. Тест-3. «Умение проводить анализ надежности»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** при проведении теста обучающемуся предлагается ответить на несколько вопросов. Билеты содержат задачи практического характера. Оценка за тест учитывается при выставлении финальной оценки за дисциплину.

**Краткое содержание задания:**

Время подготовки ответа не превышает 2 часа. Студент может пользоваться раздаточным материалом, конспектом лекций, рекомендованной литературой.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                    |                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: основные требования и методики решения аналитических задач; | 1.Диагностика и надежность.<br>2.Оценка проектной надежности и анализ эксплуатационной надежности с учетом данных систем диагностики.<br>3.Обзор современных методов решения задач анализа надёжности. |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 81*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если: он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 61*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если: он твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 41*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности при решении практических задач.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не удовлетворительно" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию.

### КМ-4. Тест-4. «Промышленные системы мониторинга и диагностики»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование



**Вес контрольного мероприятия в БРС: 20**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** при проведении теста обучающемуся предлагается ответить на несколько вопросов. Билеты содержат задачи практического характера. Оценка за тест учитывается при выставлении финальной оценки за дисциплину.

**Краткое содержание задания:**

Время подготовки ответа не превышает 2 часа. Студент может пользоваться раздаточным материалом, конспектом лекций, рекомендованной литературой.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                  |                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: выбирать методы и средства решения задач; | 1.Выбор методов и средств автоматизированного дистанционного мониторинга.<br>2.Конфигурирование средств мониторинга. |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 81*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если: он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 61*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если: он твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 41*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности при решении практических задач.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не удовлетворительно" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию.

**КМ-5. Защита лабораторных работ №1 - №4**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 20**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** При проведении защиты лабораторных работ №1 - №4 обучающемуся предлагается ответить на несколько вопросов. Билеты содержат задачи практического характера. Оценка учитывается при выставлении финальной оценки за дисциплину.

**Краткое содержание задания:**

Время подготовки ответа не превышает 2 часа. Студент может пользоваться раздаточным материалом, конспектом лекций, рекомендованной литературой.

### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: технологии и стадии проектирования автоматизированных систем управления; | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Термины и определения предметной области теории надежности. Содержание и актуальность задач расчета надежности.</li> <li>2.Необходимость проведения анализа надежности энергетических объектов.</li> <li>3.Термины и определения предметной области анализа эксплуатационной надежности. Содержание и актуальность задач расчета эксплуатационной надежности.</li> <li>4.Необходимость проведения анализа эксплуатационной надежности энергетических объектов.</li> <li>5.Термины и определения предметной области анализа киберфизических систем. Особенности задач расчета эксплуатационной надежности киберфизических систем.</li> <li>6.Средства проведения анализа эксплуатационной надежности киберфизических систем.</li> </ol> |
| Уметь: формулировать цели, задачи исследований в области диагностики            | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбор показателей надежности.</li> <li>2.Типы моделей показателей надежности.</li> <li>3.Выбор типа моделей эксплуатационной надежности.</li> <li>4.Структурный и параметрический синтез фаззи-моделей показателей надежности.</li> <li>5.Выбор типа моделей эксплуатационной надежности киберфизических систем.</li> <li>6.Использование диагностической информации при оценке надежности киберфизических систем.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 81*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если: он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 61*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если: он твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 41*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности при решении практических задач.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не удовлетворительно" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию.

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 3 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

#### ИНСТРУКЦИИ СТУДЕНТАМ:

Ответить только на ПЯТЬ вопросов. Ответы на вопросы равноценны для итоговой отметки.

#### ВОПРОС 1.

- 1.1. Роль диагностики при оценке надежности энергетических объектов. Выбор средств автоматизированного дистанционного мониторинга. Пример системного решения по организации диагностирования и принятия решений по результатам диагностирования.
- 1.2. Промышленные системы мониторинга и диагностики: Диагностика турбин. Установка измерительных преобразователей на ГТУ. Функциональность типовой системы мониторинга и диагностики. Пример промышленной системы мониторинга и диагностики.

#### ВОПРОС 2.

- 1.1. Общее представление электроэнергетической системы. Концепция СмартГрид. Интеллектуальные энергосистемы СмартГрид как объекты диагностики в современной электроэнергетике
- 1.2. Промышленные системы мониторинга и диагностики: Диагностика двигателей. Неисправности и их процентное соотношение. Диагностирование уровня сигналов напряжения и тока.

#### ВОПРОС 3.

- 3.1. Методы и средства технической диагностики и мониторинга: Ультразвуковая диагностика.
- 3.2. Промышленные системы мониторинга и диагностики: Диагностика линии электропередач. Контроль опорно-подвесной изоляции под рабочим напряжением. Система определения места повреждения на ВЛ. Определение места повреждения по методу «бегущей волны». Примеры промышленной системы удаленного комплексного мониторинга и диагностики магистральных электропередач

#### ВОПРОС 4.

- 3.1. Промышленные системы мониторинга и диагностики: Диагностика на основе анализа трансформаторного масла. Современные технические и программные средства диагностики АРГ в реальном времени. Экспертная система для оценки состояния маслonaполненного оборудования. Алгоритмы диагностики: Треугольник Дюваля; Метод ключевого газа; Метод Роджерса; Метод предельных концентраций.
- 3.2. Пример технико-экономического обоснования необходимости диагностирования трансформаторов.

#### ВОПРОС 5.

- 5.1. Нечеткая (фаззи) модель надежности. Краткие сведения по Теории нечетких множеств. Формализация задачи построения модели надёжности в терминах теории нечётких множеств. Описание работы фаззи-модели надёжности.
- 5.2. Промышленные системы мониторинга и диагностики: Тепловизионный контроль трансформатора.

#### ВОПРОС 6.

- 6.1. Нейронная модель надежности как средство оценки и прогнозирования эксплуатационной надежности.
- 6.2. Цифровая подстанция как объект диагностирования.

## Процедура проведения

Продолжительность подготовки ответа на билет не более 2.5 часа.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>РПК-1</sub> Демонстрирует знание современных информационных технологий, технологий проектирования программного обеспечения и аппаратно-технических средств для решения задач автоматизации и управления в технических и организационно-технических системах

#### **Вопросы, задания**

1. Промышленные системы мониторинга и диагностики: Пример технико-экономического обоснования необходимости диагностирования трансформаторов.
2. Промышленные системы мониторинга и диагностики: Диагностика линии электропередач. Контроль опорно-подвесной изоляции под рабочим напряжением.
3. Система определения места повреждения на ВЛ. Определение места повреждения по методу «бегущей волны». Примеры промышленной системы удаленного комплексного мониторинга и диагностики магистральных электропередач.
4. Промышленные системы мониторинга и диагностики: Диагностика электромагнитной обстановки.
5. Промышленные системы мониторинга и диагностики: Диагностика двигателей. Неисправности и их процентное соотношение. Диагностирование уровня сигналов напряжения и тока.
6. Промышленные системы мониторинга и диагностики: Диагностика турбин. Установка измерительных преобразователей на ГТУ. Функциональность типовой системы мониторинга и диагностики. Пример промышленной системы мониторинга и диагностики.

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

1. Содержание и актуальность задач диагностики и мониторинга энергетических объектов. Термины и определения.
2. Роль диагностики при оценке надежности энергетических объектов.
3. Выбор средств автоматизированного дистанционного мониторинга. Пример системного решения по организации диагностирования и принятия решений по результатам диагностирования.
4. Общее представление электроэнергетической системы. Концепция СмартГрид. Интеллектуальные энергосистемы СмартГрид как объекты диагностики в современной электроэнергетике.
5. Проблема совместимости компонентов. Цифровая подстанция как объект диагностирования.
6. Объекты тепло-генерации как предмет диагностирования. Котельные установки, Паросиловые теплофикационные турбины и газотурбинные установки, Парогазовые установки.
7. Объекты электро-генерации как предмет диагностирования. Мощные синхронные генераторы, Двигатели, Силовые трансформаторы, Коммутирующие электрические аппараты.
8. Электротехнические устройства станций и подстанций как предмет диагностирования. Измерительные трансформаторы, Распределительные устройства, Линии электропередач. Электрические сети, Качество электроэнергии, Устройства бесперебойного питания, Электромагнитная совместимость.

9. Технологические системы в электроэнергетике как объекты диагностирования. Релейная защита и автоматика. Противоаварийная автоматика. АСУ ТП энергообъектов,
10. Диагностирование средств регулирования параметров электроэнергетических систем и их режимов.
11. Методы и средства технической диагностики и мониторинга: Ультразвуковая диагностика.
12. Методы и средства технической диагностики и мониторинга: Хроматография и фото-акустическая спектроскопия. Схема работы фото-акустического газоанализатора.
13. Методы и средства технической диагностики и мониторинга: Вибродиагностика. Схемы диагностирования на основе датчика приближения, датчика виброскорости, акселерометра. Характеристики сигнала вибрации.
14. Роль диагностики и мониторинга при оценке эксплуатационной надежности.
15. Оценка проектной надежности и анализ эксплуатационной надежности с учетом данных систем диагностики.
16. Обзор современных методов решения задач анализа надёжности. Оценка проектной надежности. Вероятностная модель надежности.
17. Нечеткая (фаззи) модель надежности. Краткие сведения по Теории нечетких множеств. Формализация задачи построения модели надёжности в терминах теории нечётких множеств. Описание работы фаззи-модели надёжности.
18. Нейронная модель надежности как средство оценки и прогнозирования эксплуатационной надежности.
19. Формализация задачи анализа надёжности в терминах теории нейронных сетей. Этапы и последовательность оценки надежности оборудования по нейро-модели.
20. Нейро-нечеткая модель надежности. Определение начальных параметров функций принадлежности термов выходной переменной. Формирование нечёткого логического вывода и решение задачи дефазификации. Настройка параметров модели на основе нейро-нечёткого подхода. Оптимизация структуры нейро-нечёткой модели надёжности.
21. Промышленные системы мониторинга и диагностики: Значение диагностики силовых трансформаторов.
22. Промышленные системы мониторинга и диагностики: Тепловизионный контроль трансформатора.
23. Промышленные системы мониторинга и диагностики: Тепловизионный контроль трансформатора.
24. Промышленные системы мониторинга и диагностики: Диагностика на основе анализа трансформаторного масла. Современные технические и программные средства диагностики АРГ в реальном времени. Экспертная система для оценки состояния маслонаполненного оборудования. Алгоритмы диагностики: Треугольник Дюваля; Метод ключевого газа; Метод Роджерса; Метод предельных концентраций.

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 81*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если: он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 61*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если: он твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 41

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если: он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности при решении практических задач.

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не удовлетворительно" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию.

### ***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 экзаменационной составляющих.