

**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

**Рабочая программа дисциплины**  
**НАДЕЖНОСТЬ И ДИАГНОСТИКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**


|  |   |
|--|---|
| <b>Блок:</b>                             | <b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>                             |
| <b>Часть образовательной программы:</b>  | <b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b> |
| <b>№ дисциплины по учебному плану:</b>   | <b>Б1.Ч.06.03.01</b>  |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b> | <b>3 семестр - 5;</b>   |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>  | <b>180 часов</b>  |
| <b>Лекции</b>                            | <b>3 семестр - 32 часа;</b>                                     |
| <b>Практические занятия</b>              | <b>не предусмотрено учебным планом</b>                          |
| <b>Лабораторные работы</b>               | <b>3 семестр - 16 часов;</b>                                    |
| <b>Консультации</b>                      | <b>3 семестр - 2 часа;</b>                                      |
| <b>Самостоятельная работа</b>            | <b>3 семестр - 129,5 часа;</b>                                  |
| <b>в том числе на КП/КР</b>              | <b>не предусмотрено учебным планом</b>                          |
| <b>Иная контактная работа</b>            | <b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>             |
| <b>включая:</b>                          |   |
| <b>Тестирование</b>                      |   |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>         |   |
| <b>Экзамен</b>                           | <b>3 семестр - 0,5 часа;</b>                                    |

**Москва 2021**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

В.А. Шихин

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

А.В. Бобряков

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

А.В. Бобряков

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** формирование у студентов знаний по современной методологии и автоматизации решения задач диагностики в электроэнергетике.

### Задачи дисциплины

- формирование у студентов знаний по современной методологии и автоматизации решения задач диагностики в электроэнергетике.;
- практическое овладение знаниями о программных и технических средствах диагностических систем, применяемых в электроэнергетике.;
- приобретение навыков принимать и обосновывать технические решения по организации мониторинга и диагностики в последующей управленческой и инженерной деятельности.;
- освоить методы анализа и преодоления основных проблем, возникающих при проектировании и эксплуатации систем мониторинга и диагностики..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Запланированные результаты обучения  |
|---|--|--|
| ПК-1 Способен проектировать программно-аппаратные комплексы для систем автоматизации и управления | ИД-1 <sub>ПК-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>- источники научно-технической информации по современным методам анализа.;- основные требования и методики решения аналитических задач.;- технологии и стадии проектирования автоматизированных систем управления.;<br>уметь:<br>- формулировать цели, задачи исследований в области диагностики.;- выбирать методы и средства решения задач.;- применять современные теоретические и экспериментальные методы анализа надежности по результатам диагностики.. |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Управление и информатика в технических системах (далее – ОПОП), направления подготовки 27.04.04 Управление в технических системах, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации  | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   | Содержание самостоятельной работы/ методические указания  |
|-------|---|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|---|
|       |   |                       |         | Контактная работа  |     |    |              |   |     |    | СР |                   |                                   |   |
|       |   |                       |         | Лек  | Лаб | Пр | Консультация |   | ИКР |    | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль |   |
| КПР   | ГК  | ИККП                  | ТК      |  |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   |   |
| 1     | 2   | 3                     | 4       | 5  | 6   | 7  | 8            | 9 | 10  | 11 | 12 | 13                | 14                                | 15  |
| 1     | Роль диагностики в электроэнергетике. Содержание и актуальность задач диагностики при оценке надежности энергетических объектов. Термины и определения. | 20                    | 3       | 4  | -   | -  | -            | - | -   | -  | -  | 16                | -                                 | <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br/>Повторение материала по разделу "Роль диагностики в электроэнергетике. Содержание и актуальность задач диагностики при оценке надежности энергетических объектов. Термины и определения."<br/><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>[2], Главы 6 (стр. 100-122), 12 (стр. 256-282, 291-292)</p> |
| 1.1   | Задачи диагностики при оценке надежности энергетических объектов.   | 10                    |         | 2  | -   | -  | -            | - | -   | -  | -  | 8                 | -                                 |   |
| 1.2   | Интеллектуальные энергосистемы СмартГрид как объекты диагностики в современной электроэнергетике  | 10                    |         | 2  | -   | -  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 8                                 |   |
| 2     | Основные сведения об энергетических системах и устройствах как объектах диагностики.  | 30                    | 3       | 6  | 4   | -  | -            | - | -   | -  | -  | 20                | -                                 | <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br/>Повторение материала по разделу "Основные сведения об энергетических системах и устройствах как объектах диагностики."<br/><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>[1], Главы 2,3</p>   |
| 2.1   | Объекты электро- и тепло-генерации.   | 30                    |         | 6  | 4   | -  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 20                                |   |

|     |  |      |   |     |   |   |   |   |   |   |   |    |                                 |   |
|-----|--|------|---|-----|---|---|---|---|---|---|---|----|---------------------------------|---|
|     |  |      |   |     |   |   |   |   |   |   |   |    | [2], Главы 2, 3 (раздел 3.1), 8 |   |
| 3   | Методы и средства технической диагностики и мониторинга.   | 30   | 6 | 4   | - | - | - | - | - | - | - | 20 | -                               | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Методы и средства технической диагностики и мониторинга."   |
| 3.1 | Ультразвуковая диагностика.  | 14   | 2 | 2   | - | - | - | - | - | - | - | 10 | -                               | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>  |
| 3.2 | Хроматография и фото-акустическая спектроскопия.   | 8    | 2 | 1   | - | - | - | - | - | - | - | 5  | -                               | [1], Глава 7, раздел 7.3<br>[2], Глава 2<br>[3], Глава 2  |
| 3.3 | Вибродиагностика.  | 8    | 2 | 1   | - | - | - | - | - | - | - | 5  | -                               |   |
| 4   | Диагностика и надежность. Оценка проектной надежности и анализ эксплуатационной надежности с учетом данных систем диагностики. | 32.0 | 8 | 4.0 | - | - | - | - | - | - | - | 20 | -                               | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Диагностика и надежность. Оценка проектной надежности и анализ эксплуатационной надежности с учетом данных систем диагностики."<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> |
| 4.1 | Основные понятия теории надёжности и показатели надёжности элементов.  | 7.5  | 2 | 0.5 | - | - | - | - | - | - | - | 5  | -                               | [1], Глава 1, раздел 1.1<br>[2], Главы 3 (разделы 3.2 и 3.3), 5 (разделы 5.1, 5.3, 5.5, 5.6), приложение 7<br>[3], Главы 5, 6   |
| 4.2 | Краткий обзор современных методов решения задач анализа надёжности   | 6.5  | 1 | 0.5 | - | - | - | - | - | - | - | 5  | -                               |   |
| 4.3 | Нечеткая (фаззи) модель надежности.  | 5    | 2 | 1   | - | - | - | - | - | - | - | 2  | -                               |   |
| 4.4 | Нейронная модель надежности.   | 6    | 2 | 1   | - | - | - | - | - | - | - | 3  | -                               |   |
| 4.5 | Нейро-нечеткая модель надежности.  | 7    | 1 | 1   | - | - | - | - | - | - | - | 5  | -                               |   |
| 5   | Промышленные системы мониторинга и диагностики.  | 32.0 | 8 | 4.0 | - | - | - | - | - | - | - | 20 | -                               | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Промышленные системы мониторинга и диагностики."  |
| 5.1 | Диагностика силовых трансформаторов  | 7    | 1 | 1   | - | - | - | - | - | - | - | 5  | -                               | <b><u>Изучение материалов литературных</u></b>  |

|     |  |              |  |           |             |   |          |          |   |            |              |           |             |  |
|-----|--|--------------|--|-----------|-------------|---|----------|----------|---|------------|--------------|-----------|-------------|--|
| 5.2 | Диагностика линии электропередач         | 4            |  | 2         | 1           | - | -        | -        | - | -          | -            | 1         | -           | <b>источников:</b><br>[1], Глава 7, раздел 7.4<br>[2], Глава 8 (разделы 8.4, 8.5), приложение 9<br>[3], Главы 4, 7 |
| 5.3 | Диагностика электромагнитной обстановки. | 8            |  | 2         | 1           | - | -        | -        | - | -          | -            | 5         | -           |  |
| 5.4 | Диагностика двигателей                   | 5.5          |  | 1         | 0.5         | - | -        | -        | - | -          | -            | 4         | -           |  |
| 5.5 | Диагностика турбин                       | 7.5          |  | 2         | 0.5         | - | -        | -        | - | -          | -            | 5         | -           |  |
|     | Экзамен                                  | 36.0         |  | -         | -           | - | -        | 2        | - | -          | 0.5          | -         | 33.5        |  |
|     | <b>Всего за семестр</b>                  | <b>180.0</b> |  | <b>32</b> | <b>16.0</b> | - | -        | <b>2</b> | - | -          | <b>0.5</b>   | <b>96</b> | <b>33.5</b> |  |
|     | <b>Итого за семестр</b>                  | <b>180.0</b> |  | <b>32</b> | <b>16.0</b> | - | <b>2</b> | -        | - | <b>0.5</b> | <b>129.5</b> |           |             |  |

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Роль диагностики в электроэнергетике. Содержание и актуальность задач диагностики при оценке надежности энергетических объектов. Термины и определения.

##### 1.1. Задачи диагностики при оценке надежности энергетических объектов.

Объект исследования. Принятые нормативные определения. Применение и выбор средств автоматизированного дистанционного мониторинга..

##### 1.2. Интеллектуальные энергосистемы СмартГрид как объекты диагностики в современной электроэнергетике

Совместимость компонентов интеллектуальной сети и энергосистемы .Концепция СмартГрид. Цифровая подстанция.

#### 2. Основные сведения об энергетических системах и устройствах как объектах диагностики.

##### 2.1. Объекты электро- и тепло-генерации.

Основные сведения об энергетических системах и устройствах как объектах диагностики.Объекты электро- и тепло-генерации.Котельные установки, Паросиловые теплофикационные турбины и газотурбинные установки, Парогазовые установки. Мощные синхронные генераторы, Двигатели, Силовые трансформаторы, Коммутирующие электрические аппараты. Мощные синхронные генераторы, Двигатели, Силовые трансформаторы, Коммутирующие электрические аппараты. Измерительные трансформаторы, Распределительные устройства, Линии электропередач. Электрические сети, Качество электроэнергии, Устройства бесперебойного питания, Электромагнитная совместимость. Распределенная и Зеленая (возобновляемая) энергетика. Релейная защита и автоматика. Противоаварийная автоматика. АСУ ТП энергообъектов, Задачи регулирования параметров электроэнергетических систем и их режимов. Тепловые сети и котельные..

#### 3. Методы и средства технической диагностики и мониторинга.

##### 3.1. Ультразвуковая диагностика.

Определение.Категории ультразвука..

##### 3.2. Хроматография и фото-акустическая спектроскопия.

Схема работы фото-акустического газоанализатора..

##### 3.3. Вибродиагностика.

Схемы диагностирования на основе датчика приближения, датчика виброскорости, акселерометра. Характеристики сигнала вибрации.

#### 4. Диагностика и надежность. Оценка проектной надежности и анализ эксплуатационной надежности с учетом данных систем диагностики.

##### 4.1. Основные понятия теории надёжности и показатели надёжности элементов.

Важнейшие свойства надежности. Повреждения и отказы и их интенсивность. Коэффициент готовности. Эксплуатационные факторы возникновения отказов..

##### 4.2. Краткий обзор современных методов решения задач анализа надёжности

Оценка проектной надежности. Вероятностная модель надежности..

#### 4.3. 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..

#### 4.4. Нейронная модель надежности.

Краткие сведения по Теории Нейронных Сетей. Формализация задачи анализа надёжности в терминах теории нейронных сетей. Этапы и последовательность оценки надёжности оборудования по нейро-модели (НМН). Формирование алгоритмов оценки технического состояния оборудования. Программирование расчёта надёжности в Neural Network Toolbox (MATLAB) на данных эксплуатируемого оборудования холдинга МРСК на примере ТН-35..

#### 4.5. 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..

### 5. Промышленные системы мониторинга и диагностики.

#### 5.1. Диагностика силовых трансформаторов

5. Промышленные системы мониторинга и диагностики. Диагностика силовых трансформаторов. Значение диагностики силовых трансформаторов. Тепловизионный контроль трансформатора. Диагностики трансформаторов на основе электрических измерений. 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. Пример технико-экономического обоснования необходимости диагностирования трансформаторов..

#### 5.2. Диагностика линии электропередач

Диагностика линии электропередач. Контроль опорно-подвисяной 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..

#### 5.3. Диагностика электромагнитной обстановки.

Схема определения реальной ЭМО. организационные и технические мероприятия..

#### 5.4. Диагностика двигателей

Неисправности и их процентное соотношение. Диагностирование уровня сигналов напряжения и тока..

#### 5.5. Диагностика турбин

Установка измерительных преобразователей на ГТУ. Функциональность типовой системы мониторинга и диагностики. Пример промышленной системы мониторинга и диагностики..



### **3.3. Темы практических занятий**

не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Математические модели показателей надежности;
2. Построение фаззи-модели эксплуатационной надежности;
3. Построение нейро-модели эксплуатационной надежности;
4. Исследование надежности кибер-физических систем.

### **3.5 Консультации**

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Роль диагностики в электроэнергетике. Содержание и актуальность задач диагностики при оценке надежности энергетических объектов. Термины и определения."
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основные сведения об энергетических системах и устройствах как объектах диагностики."
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Методы и средства технической диагностики и мониторинга."
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Диагностика и надежность. Оценка проектной надежности и анализ эксплуатационной надежности с учетом данных систем диагностики."
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Промышленные системы мониторинга и диагностики."

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине<br>(в соответствии с разделом 1)                            | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) |   |   |   |   | Оценочное средство (тип и наименование)  |
|---|------------------|---|---|---|---|---|--|
|   |                  | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 |  |
| <b>Знать:</b>   |                  |   |   |   |   |   |  |
| технологии и стадии проектирования автоматизированных систем управления;                                      | ИД-1ПК-1         |   |   |   | + |   | Тестирование/Защита лабораторной работы №4 «Исследование надежности кибер-физических систем»<br>Тестирование/Тест-2. «Знание устройств, установок, технологий»   |
| основные требования и методики решения аналитических задач;   | ИД-1ПК-1         |   |   |   | + | + | Тестирование/Защита лабораторной работы №1 «Математические модели показателей надежности»<br>Тестирование/Защита лабораторной работы №2 «Построение фаззи-модели эксплуатационной надежности»<br>Тестирование/Тест-3. «Умение проводить анализ надежности» |
| источники научно-технической информации по современным методам анализа.                                       | ИД-1ПК-1         |   |   |   |   | + | Тестирование/Защита лабораторной работы №3 «Построение нейро-модели эксплуатационной надежности»<br>Тестирование/Тест-1. «Знание предметной области исследований»<br>Тестирование/Тест-4. «Промышленные системы мониторинга и диагностики»                 |
| <b>Уметь:</b>   |                  |   |   |   |   |   |  |
| применять современные теоретические и экспериментальные методы анализа надежности по результатам диагностики. | ИД-1ПК-1         |   | + |   |   |   | Тестирование/Защита лабораторной работы №1 «Математические модели показателей надежности»  |

|   |          |   |  |   |  |  |
|---|----------|---|--|---|--|--|
|   |          |   |  |   |  | <p>Тестирование/Защита лабораторной работы №4 «Исследование надежности кибер-физических систем»</p> <p>Тестирование/Тест-3. «Умение проводить анализ надежности»</p>   |
| выбирать методы и средства решения задач;                     | ИД-1ПК-1 |   |  | + |  | <p>Тестирование/Защита лабораторной работы №3 «Построение нейро-модели эксплуатационной надежности»</p> <p>Тестирование/Тест-2. «Знание устройств, установок, технологий»</p> <p>Тестирование/Тест-4. «Промышленные системы мониторинга и диагностики»</p> |
| формулировать цели, задачи исследований в области диагностики | ИД-1ПК-1 | + |  |   |  | <p>Тестирование/Защита лабораторной работы №2 «Построение фаззи-модели эксплуатационной надежности»</p> <p>Тестирование/Тест-1. «Знание предметной области исследований»</p>   |

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**3 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Защита лабораторной работы №1 «Математические модели показателей надежности» (Тестирование)
2. Защита лабораторной работы №2 «Построение фаззи-модели эксплуатационной надежности» (Тестирование)
3. Защита лабораторной работы №3 «Построение нейро-модели эксплуатационной надежности» (Тестирование)
4. Защита лабораторной работы №4 «Исследование надежности кибер-физических систем» (Тестирование)
5. Тест-1. «Знание предметной области исследований» (Тестирование)
6. Тест-2. «Знание устройств, установок, технологий» (Тестирование)
7. Тест-3. «Умение проводить анализ надежности» (Тестирование)
8. Тест-4. «Промышленные системы мониторинга и диагностики» (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Экзамен (Семестр №3)

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

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Розанов Ю.К. , Бурман А.П. , Шакарян Ю.Г. - "Управление потоками электроэнергии и повышение эффективности электроэнергетических систем", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2012 - (384 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72311](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72311);
2. Железко, Ю. С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии : руководство для практических расчетов / Ю. С. Железко . – Москва : ЭНАС, 2009 . – 456 с. - ISBN 978-5-93196-958-9 .;
3. Башмаков, А. И. Интеллектуальные информационные технологии : учебное пособие для вузов по направлению "Информатика и вычислительная техника" / А. И. Башмаков, И. А. Башмаков . – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005 . – 304 с. – (Информатика в техническом университете) . - ISBN 5-7038-2544-X ..

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;

### 3. PI System.

#### 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
10. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
11. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
12. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
13. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
14. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
15. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;http://docs.cntd.ru/>
16. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
17. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
18. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
19. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

#### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения   | Номер аудитории, наименование              | Оснащение  |
|---|--|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | М-307, Учебная аудитория                   | стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран        |
|   | Ж-120, Машинный зал ИВЦ                    | сервер, кондиционер  |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП          | М-307, Учебная аудитория                   | стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран        |
|   | Ж-120, Машинный зал ИВЦ                    | сервер, кондиционер  |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий                   | М-304, Учебная лаборатория «Информационные | стол преподавателя, стол компьютерный, стол учебный, стул, шкаф, доска меловая, компьютерная |

|   |                                     |   |
|---|-------------------------------------|---|
|   | технологии реального времени»       | сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, принтер, стенд учебный   |
|   | Ж-120, Машинный зал ИВЦ             | сервер, кондиционер   |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | М-307, Учебная аудитория            | стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран   |
|   | Ж-120, Машинный зал ИВЦ             | сервер, кондиционер   |
| Помещения для самостоятельной работы                      | НТБ-303, Компьютерный читальный зал | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер  |
| Помещения для консультирования                            | М-300/1, Кабинет сотрудников        | кресло рабочее, стол компьютерный, шкаф для документов, стол для совещаний, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря  | М-309, Кладовая                     | стол, стул, шкаф для хранения инвентаря   |
|   | М-301/1, Кладовая                   | стул  |

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Надежность и диагностика энергетических объектов

(название дисциплины)

#### 3 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Тест-1. «Знание предметной области исследований» (Тестирование)
- КМ-2 Защита лабораторной работы №1 «Математические модели показателей надежности» (Тестирование)
- КМ-3 Тест-2. «Знание устройств, установок, технологий» (Тестирование)
- КМ-4 Защита лабораторной работы №2 «Построение фаззи-модели эксплуатационной надежности» (Тестирование)
- КМ-5 Защита лабораторной работы №3 «Построение нейро-модели эксплуатационной надежности» (Тестирование)
- КМ-6 Защита лабораторной работы №4 «Исследование надежности кибер-физических систем» (Тестирование)
- КМ-7 Тест-3. «Умение проводить анализ надежности» (Тестирование)
- КМ-8 Тест-4. «Промышленные системы мониторинга и диагностики» (Тестирование)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Номер раздела | Раздел дисциплины   | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 | КМ-8 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|               |   | Неделя КМ: | 4    | 8    | 10   | 12   | 12   | 14   | 14   | 15   |
| 1             | Роль диагностики в электроэнергетике. Содержание и актуальность задач диагностики при оценке надежности энергетических объектов. Термины и определения. |            |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1.1           | Задачи диагностики при оценке надежности энергетических объектов.   |            | +    |      |      | +    |      |      |      |      |
| 1.2           | Интеллектуальные энергосистемы СмартГрид как объекты диагностики в современной электроэнергетике  |            | +    |      |      | +    |      |      |      |      |
| 2             | Основные сведения об энергетических системах и устройствах как объектах диагностики.  |            |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2.1           | Объекты электро- и тепло-генерации.   |            |      | +    |      |      |      | +    | +    |      |
| 3             | Методы и средства технической диагностики и   |            |      |      |      |      |      |      |      |      |

|            |  |    |   |    |   |   |   |    |    |
|------------|--|----|---|----|---|---|---|----|----|
|            | мониторинга.   |    |   |    |   |   |   |    |    |
| 3.1        | Ультразвуковая диагностика.  |    |   | +  |   | + |   |    | +  |
| 3.2        | Хроматография и фото-акустическая спектроскопия.   |    |   | +  |   | + |   |    | +  |
| 3.3        | Вибродиагностика.  |    |   | +  |   | + |   |    | +  |
| 4          | Диагностика и надежность. Оценка проектной надежности и анализ эксплуатационной надежности с учетом данных систем диагностики. |    |   |    |   |   |   |    |    |
| 4.1        | Основные понятия теории надёжности и показатели надёжности элементов.  |    |   | +  |   |   | + |    |    |
| 4.2        | Краткий обзор современных методов решения задач анализа надёжности   |    |   | +  |   |   | + |    |    |
| 4.3        | Нечеткая (фаззи) модель надежности.  |    |   | +  |   |   | + |    |    |
| 4.4        | Нейронная модель надежности.   |    | + |    | + |   |   | +  |    |
| 4.5        | Нейро-нечеткая модель надежности.  |    | + |    | + |   |   | +  |    |
| 5          | Промышленные системы мониторинга и диагностики.  |    |   |    |   |   |   |    |    |
| 5.1        | Диагностика силовых трансформаторов  |    | + |    | + |   |   | +  |    |
| 5.2        | Диагностика линии электропередач   | +  |   |    |   | + |   |    | +  |
| 5.3        | Диагностика электромагнитной обстановки.   | +  |   |    |   | + |   |    | +  |
| 5.4        | Диагностика двигателей   | +  |   |    |   | + |   |    | +  |
| 5.5        | Диагностика турбин   | +  |   |    |   | + |   |    | +  |
| Вес КМ, %: |  | 20 | 5 | 20 | 5 | 5 | 5 | 20 | 20 |