

**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: Современная тепловая электрическая станция

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ МАСЛА**

|                                          |                                                                 |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <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.01.02</b>                                               |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b> | <b>7 семестр - 5;</b>                                           |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>  | <b>180 часов</b>                                                |
| <b>Лекции</b>                            | <b>7 семестр - 4 часа;</b>                                      |
| <b>Практические занятия</b>              | <b>7 семестр - 4 часа;</b>                                      |
| <b>Лабораторные работы</b>               | <b>не предусмотрено учебным планом</b>                          |
| <b>Консультации</b>                      | <b>7 семестр - 2 часа;</b>                                      |
| <b>Самостоятельная работа</b>            | <b>7 семестр - 168,8 часа;</b>                                  |
| <b>в том числе на КП/КР</b>              | <b>не предусмотрено учебным планом</b>                          |
| <b>Иная контактная работа</b>            | <b>7 семестр - 0,9 часа;</b>                                    |
| <b>включая:</b>                          |                                                                 |
| <b>Тестирование</b>                      |                                                                 |
| <b>Контрольная работа</b>                |                                                                 |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>         |                                                                 |
| <b>Зачет с оценкой</b>                   | <b>7 семестр - 0,3 часа;</b>                                    |

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

---

|                                                                                   |                                                    |                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|                                                                                   | Владелец                                           | Бураков И.А.                 |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R6e8dfb19-BurakovIA-87400e32 |

И.А. Бураков

---

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

---

|                                                                                   |                                                    |                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|                                                                                   | Владелец                                           | Бураков И.А.                 |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R6e8dfb19-BurakovIA-87400e32 |

И.А. Бураков

---

Заведующий выпускающей  
кафедрой

---

|                                                                                   |                                                    |                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|                                                                                   | Владелец                                           | Рогалев Н.Д.                 |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R618dc98f-RogalevND-c9225577 |

Н.Д. Рогалев

---

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение назначения, основных технологий получения, применения, контроля качества и обеспечения поддержания в работоспособном состоянии нефтяных трансформаторных и турбинных масел, огнестойких турбинных масел.

### Задачи дисциплины

- ознакомление с основными видами и химическим составом энергетических масел, их назначением, основными способами получения и применения, физико-химическими свойствами и нормативными показателями, методами и средствами контроля качества товарных (свежих), оценки состояния нефтяных трансформаторных и турбинных масел, огнестойких турбинных масел в процессе их эксплуатации, основными подходами и технологиями очистки и регенерации (восстановления) таких масел;

- формирование подходов к проведению приемки, контролю подготовки к заливу в оборудование, а также принятию решения о дальнейшей эксплуатации энергетического масла, включая необходимость дополнительных испытаний/анализов, проведения очистки, регенерации или замены на основании результатов оценки состояния по нормативным и дополнительным показателям.

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 участвовать в разработке проектов и эксплуатации систем водоподготовки, топливного хозяйства и маслосистем энергетических объектов | ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует способность участия в разработке проектов и эксплуатации систем водоподготовки, топливного хозяйства и маслосистем энергетических объектов | <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- основные подходы, технологии и оборудование для очистки и регенерации (восстановления) нефтяных трансформаторных и турбинных энергетических масел, огнестойких масел;</li><li>- основные виды, назначение и химический состав энергетических масел, нефтяных и огнестойких;</li></ul> <p>способы получения, физико-химические свойства и нормативные показатели, методы контроля и отбора проб товарных (свежих), методы и средства оценки состояния нефтяных трансформаторных и турбинных масел, огнестойких турбинных масел в процессе их эксплуатации.</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- принимать решение о необходимости очистки, регенерации или замены в оборудовании нефтяных трансформаторных и турбинных масел, огнестойких масел.;</li><li>- оценивать ситуацию, принимать технологические и процедурные решения при проведении приемки и подготовки нефтяных трансформаторных и турбинных масел,</li></ul> |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения        |
|--------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
|                                |                                                      | огнестойких масел к заливу в оборудование. |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Современная тепловая электрическая станция (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основные виды, назначение и химический состав энергетических масел; способы получения, физико-химические свойства и нормативные показатели, методы контроля и отбора проб товарных (свежих), методы и средства оценки состояния нефтяных трансформаторных и турбинных э масел, огнестойких масел в процессе их эксплуатации
- знать основные подходы, технологии и оборудование для очистки и регенерации (восстановления) энергетических масел
- уметь оценивать ситуацию, принимать технологические и процедурные решения при проведении приемки и подготовки энергетических масел к заливу в оборудование, необходимости очистки, регенерации или замены в оборудовании эксплуатационных масел

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.

| №<br>п/п | Разделы/темы<br>дисциплины/формы<br>промежуточной<br>аттестации                                                                                                                                                 | Всего часов<br>на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы |     |     |              |    |      |     |    |                   |                                   | Содержание самостоятельной работы/<br>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        | Введение. Назначение и основные виды нефтяных энергетических масел, огнестойких масел. Трансформаторные и турбинные нефтяные масла, огнестойкие масла: основные способы получения, химический состав, свойства. | 31.1                     | 7       | 0.5                                                                  | -   | 0.5 | -            | -  | -    | 0.1 | -  | 30                | -                                 | <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение. Назначение и основные виды нефтяных энергетических масел, огнестойких масел. Трансформаторные и турбинные нефтяные масла, огнестойкие масла: основные способы получения, химический состав, свойства."<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br><br>[4], п.3 |
| 1.1      | Введение. Назначение и основные виды нефтяных энергетических масел, огнестойких масел. Трансформаторные и турбинные нефтяные масла, огнестойкие масла: основные способы получения, химический состав, свойства. | 11.1                     |         | 0.5                                                                  | -   | 0.5 | -            | -  | -    | 0.1 | -  | 10                | -                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 1.2      | Краткие сведения о синтетических и силиконовых электроизоляционных                                                                                                                                              | 20                       |         | -                                                                    | -   | -   | -            | -  | -    | -   | -  | 20                | -                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|     |                                                                                                                                                                                                                                         |      |  |     |   |     |   |   |   |     |   |    |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|-----|---|-----|---|---|---|-----|---|----|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | жидкостях для трансформаторного оборудования, а также синтетических турбинных маслах на основе арилфосфатов для турбинного оборудования                                                                                                 |      |  |     |   |     |   |   |   |     |   |    |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2   | Основные нормативные физико-химические показатели                                                                                                                                                                                       | 31.1 |  | 0.5 | - | 0.5 | - | - | - | 0.1 | - | 30 | - | <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Основные нормативные физико-химические показатели, методы контроля и отбора проб товарных (свежих), свежих, подготовленных к заливу, регенерированных и эксплуатационных трансформаторных и турбинных нефтяных масел, огнестойких масел." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные нормативные физико-химические показатели, методы контроля и отбора проб товарных (свежих), свежих, подготовленных к заливу, регенерированных и эксплуатационных трансформаторных и турбинных нефтяных масел, огнестойких масел."<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br><div>[1], п.4а<br/>[2], п.4</div> |
| 2.1 | Основные нормативные физико-химические показатели, методы контроля и отбора проб товарных (свежих), свежих, подготовленных к заливу, регенерированных и эксплуатационных трансформаторных и турбинных нефтяных масел, огнестойких масел | 21.1 |  | 0.5 | - | 0.5 | - | - | - | 0.1 | - | 20 | - |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2.2 | Приемка товарных (свежих) и контроль подготовленных к заливке в оборудование трансформаторных и турбинных минеральных энергетических масел. Подготовка масел к заливке в оборудование                                                   | 10   |  | -   | - | -   | - | - | - | -   | - | 10 | - |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|     |                                                                                                                                                                                            |      |     |   |     |   |   |   |     |   |      |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|---|-----|---|---|---|-----|---|------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3   | Процессы старения нефтяных и огнестойких масел при эксплуатации Присадки, улучшающие эксплуатационные свойства трансформаторных и турбинных нефтяных масел. Смешение энергетических масел. | 21.1 | 0.5 | - | 0.5 | - | - | - | 0.1 | - | 20   | - | <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br/>Повторение материала по разделу "Процессы старения нефтяных и огнестойких масел при эксплуатации Присадки, улучшающие эксплуатационные свойства трансформаторных и турбинных нефтяных масел. Смешение энергетических масел."</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Процессы старения нефтяных и огнестойких масел при эксплуатации Присадки, улучшающие эксплуатационные свойства трансформаторных и турбинных нефтяных масел. Смешение энергетических масел."</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>[3], стр. 70-75</p> |
| 3.1 | Процессы старения нефтяных и огнестойких масел при эксплуатации Присадки, улучшающие эксплуатационные свойства трансформаторных и турбинных нефтяных масел                                 | 11.1 | 0.5 | - | 0.5 | - | - | - | 0.1 | - | 10   | - |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3.2 | Смешение энергетических масел.                                                                                                                                                             | 10   | -   | - | -   | - | - | - | -   | - | 10   | - |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 4   | Очистка и восстановление (регенерация) энергетических масел. Масляные системы электрических станций и подстанций.                                                                          | 52.3 | 0.5 | - | 0.5 | - | - | - | 0.2 | - | 51.1 | - | <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br/>Повторение материала по разделу "Очистка и восстановление (регенерация) энергетических масел. Масляные системы электрических станций и подстанций."</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b><br/>Проработка лекции, выполнение и подготовка к практическим занятиям</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Очистка и восстановление (регенерация) энергетических масел. Масляные системы электрических станций и подстанций."</p>                                                                                                           |
| 4.1 | Очистка и восстановление (регенерация) энергетических масел. Масляные системы электрических                                                                                                | 31.2 | 0.5 | - | 0.5 | - | - | - | 0.2 | - | 30   | - |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|     |                                                                                                                               |       |     |   |     |   |     |     |       |      |       |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|---|-----|---|-----|-----|-------|------|-------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | станций и подстанций                                                                                                          |       |     |   |     |   |     |     |       |      |       |      | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[3], стр. 16-45                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 4.2 | Физические методы очистки масел                                                                                               | 21.1  | -   | - | -   | - | -   | -   | -     | 21.1 | -     |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5   | Оценка состояния и принятие решения о дальнейшей эксплуатации трансформаторных и турбинных нефтяных масел, огнестойких масел. | 24.4  | 2   | - | 2   | - | -   | -   | 0.4   | -    | 20    | -    | <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Оценка состояния и принятие решения о дальнейшей эксплуатации трансформаторных и турбинных нефтяных масел, огнестойких масел."<br><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Оценка состояния и принятие решения о дальнейшей эксплуатации трансформаторных и турбинных нефтяных масел, огнестойких масел."<br><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Оценка состояния и принятие решения о дальнейшей эксплуатации трансформаторных и турбинных нефтяных масел, огнестойких масел." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], п.6 |
| 5.1 | Оценка состояния и принятие решения о дальнейшей эксплуатации трансформаторных и турбинных нефтяных масел, огнестойких масел  | 12.2  | 1   | - | 1   | - | -   | -   | 0.2   | -    | 10    | -    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5.2 | Современное состояние систем мониторинга и перспективы их развития                                                            | 12.2  | 1   | - | 1   | - | -   | -   | 0.2   | -    | 10    | -    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|     | Зачет с оценкой                                                                                                               | 20.0  | -   | - | -   | - | 2   | -   | -     | 0.3  | -     | 17.7 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|     | Всего за семестр                                                                                                              | 180.0 | 4.0 | - | 4.0 | - | 2   | -   | 0.9   | 0.3  | 151.1 | 17.7 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|     | Итого за семестр                                                                                                              | 180.0 | 4.0 | - | 4.0 | 2 | 0.9 | 0.3 | 168.8 |      |       |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Введение. Назначение и основные виды нефтяных энергетических масел, огнестойких масел. Трансформаторные и турбинные нефтяные масла, огнестойкие масла: основные способы получения, химический состав, свойства.

1.1. Введение. Назначение и основные виды нефтяных энергетических масел, огнестойких масел. Трансформаторные и турбинные нефтяные масла, огнестойкие масла: основные способы получения, химический состав, свойства.

Понятие, основные виды и назначение энергетических масел. Трансформаторные и турбинные нефтяные масла, огнестойкие турбинные масла: назначение и основные требования, способы получения, химический состав, свойства, характеристики, функции, виды и марки.

1.2. Краткие сведения о синтетических и силиконовых электроизоляционных жидкостях для трансформаторного оборудования, а также синтетических турбинных маслах на основе арилфосфатов для турбинного оборудования

Краткие сведения о синтетических и силиконовых электроизоляционных жидкостях для трансформаторного оборудования, а также синтетических турбинных маслах на основе арилфосфатов для турбинного оборудования.

#### 2. Основные нормативные физико-химические показатели

2.1. Основные нормативные физико-химические показатели, методы контроля и отбора проб товарных (свежих), свежих, подготовленных к заливу, регенерированных и эксплуатационных трансформаторных и турбинных нефтяных масел, огнестойких масел

Товарные (свежие), свежие, подготовленные к заливу, регенерированные и эксплуатационные трансформаторные и турбинные нефтяные масла, огнестойкие масла. Нормирование основных физико-химических показателей, нормативная документация, объем и нормы испытаний электрооборудования. Основные нормативные показатели, методы и средства контроля (испытаний/анализов) и отбора проб трансформаторных и турбинных масел, огнестойких масел, периодичность проведения и особенности их применения. Дополнительные (факультативные) методы контроля. Комплексное диагностическое обследование.

2.2. Приемка товарных (свежих) и контроль подготовленных к заливке в оборудование трансформаторных и турбинных минеральных энергетических масел. Подготовка масел к заливке в оборудование

Приемка товарных (свежих) трансформаторных и турбинных масел Хранение масел Подготовка и заливка масел в оборудование.

#### 3. Процессы старения нефтяных и огнестойких масел при эксплуатации Присадки, улучшающие эксплуатационные свойства трансформаторных и турбинных нефтяных масел. Смешение энергетических масел.

3.1. Процессы старения нефтяных и огнестойких масел при эксплуатации Присадки, улучшающие эксплуатационные свойства трансформаторных и турбинных нефтяных масел

Влияющие на старение масел факторы, процессы старения и продукты деструкции трансформаторных и турбинных масел, огнестойких масел, образующиеся при эксплуатации в оборудовании. Основы оценки состояния электрооборудования по количественно-качественному составу продуктов деструкции, накапливающихся в эксплуатационных маслах. Основные присадки, используемые для улучшения эксплуатационных свойств

нефтяных энергетических масел: виды, назначение, механизмы действия, контроль содержания.

### 3.2. Смешение энергетических масел.

Стабилизация эксплуатационных и регенерированных масел с помощью присадок.

## 4. Очистка и восстановление (регенерация) энергетических масел. Масляные системы электрических станций и подстанций.

4.1. Очистка и восстановление (регенерация) энергетических масел. Масляные системы электрических станций и подстанций

Методы очистки и регенерации трансформаторных и турбинных минеральных масел. Сорбенты для восстановления, сушки и поддержания эксплуатационных свойств масел. Физические методы очистки масел. Регенерация и восстановление свойств масел физико-химическими и химическими методами.

### 4.2. Физические методы очистки масел

Физические методы очистки масел. Регенерация и восстановление свойств масел физико-химическими и химическими методами.

## 5. Оценка состояния и принятие решения о дальнейшей эксплуатации трансформаторных и турбинных нефтяных масел, огнестойких масел.

5.1. Оценка состояния и принятие решения о дальнейшей эксплуатации трансформаторных и турбинных нефтяных масел, огнестойких масел

Методы контроля состояния минеральных масел в эксплуатации с использованием лабораторных физико-химических методов (периодический контроль, «off-line») и с использованием систем мониторинга (в режиме реального времени, «on-line»). Современное состояние систем мониторинга и перспективы их развития. Примеры оценки соответствия измеренных и нормативных физико-химических показателей эксплуатационного масла и принятия решения о дальнейшей эксплуатации масла, а также электрооборудования в целом.

### 5.2. Современное состояние систем мониторинга и перспективы их развития

Примеры оценки соответствия измеренных и нормативных физико-химических показателей эксплуатационного масла и принятия решения о дальнейшей эксплуатации масла, а также электрооборудования в целом.

## 3.3. Темы практических занятий

1. Формирование перечня оборудования для физико-химических лабораторий трансформаторных и турбинных масел, оценка возможности их территориального и функционального совмещения;
2. Оценка результатов физико-химических испытаний товарных (свежих), подготовленных к заливу и эксплуатационных трансформаторных масел. Выработка рекомендаций по дальнейшей эксплуатации;
3. Оценка результатов хроматографического определения газов, растворенных в эксплуатационном масле бака силового трансформатора, и выработка рекомендаций по дальнейшей эксплуатации;
4. Стандартизованные методы определения влаги в трансформаторных и турбинных маслах. Выбор оптимального метода;
5. Обсуждение примеров принятия решения о дальнейшей эксплуатации

- трансформаторного/турбинного масла;
6. Подготовка исходных данных для проведения испытаний трансформаторных масел на совместимость. Смешение масел;
  7. Обсуждение и выбор оптимального набора параметров первичного контроля состояния трансформаторного масла в баке силового трансформатора для «on-line» системы мониторинга и периодического лабораторного контроля;
  8. Обсуждение и выбор оптимальной схемы очистки и регенерации трансформаторного/турбинного масла;
  9. Обоснование выбора турбинного минерального или синтетического турбинного масла;
  10. Расчет количества присадки ионол (агидол-1), необходимого для стабилизации эксплуатационного трансформаторного масла;
  11. Сравнение и техническое обоснование выбора оптимальной марки трансформаторного масла для оборудования различных классов напряжения.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

### **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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                  |                                                   |   |   |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| основные виды, назначение и химический состав энергетических масел, нефтяных и огнестойких; способы получения, физико-химические свойства и нормативные показатели, методы контроля и отбора проб товарных (свежих), методы и средства оценки состояния нефтяных трансформаторных и турбинных масел, огнестойких турбинных масел в процессе их эксплуатации | ИД-1ПК-1         | +                                                 |   |   | + |   | Контрольная работа/Оценка состояния и принятие решения о возможности залива энергетических масел в оборудование и о продолжении эксплуатации масел<br><br>Тестирование/Технологии и оборудование для очистки и регенерации трансформаторных и турбинных масел<br><br>Тестирование/Трансформаторные и турбинные масла, назначение, получение, свойства, химический состав, основные нормативные физико-химические показатели, методы контроля качества |
| основные подходы, технологии и оборудование для очистки и регенерации (восстановления) нефтяных трансформаторных и турбинных энергетических масел, огнестойких масел                                                                                                                                                                                        | ИД-1ПК-1         |                                                   |   |   |   | + | Тестирование/Процессы старения, присадки, смешение энергетических масел                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                  |                                                   |   |   |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| оценивать ситуацию, принимать технологические и процедурные решения при проведении приемки и подготовки нефтяных трансформаторных и турбинных масел, огнестойких масел к заливу в оборудование                                                                                                                                                              | ИД-1ПК-1         |                                                   | + |   |   |   | Контрольная работа/Оценка состояния и принятие решения о возможности залива энергетических масел в оборудование и о продолжении эксплуатации масел<br><br>Тестирование/Технологии и оборудование для очистки и регенерации трансформаторных и турбинных масел                                                                                                                                                                                         |
| принимать решение о необходимости очистки,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ИД-1ПК-1         |                                                   |   | + |   |   | Тестирование/Приемка и подготовка к заливу в                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                                                                                                       |  |  |  |  |  |  |                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| регенерации или замены в оборудовании нефтяных трансформаторных и турбинных масел, огнестойких масел. |  |  |  |  |  |  | оборудование трансформаторных и турбинных масел, отбор проб масел<br>Тестирование/Процессы старения, присадки, смешение энергетических масел |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

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

**7 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Приемка и подготовка к заливу в оборудование трансформаторных и турбинных масел, отбор проб масел (Тестирование)
2. Процессы старения, присадки, смешение энергетических масел (Тестирование)
3. Технологии и оборудование для очистки и регенерации трансформаторных и турбинных масел (Тестирование)
4. Трансформаторные и турбинные масла, назначение, получение, свойства, химический состав, основные нормативные физико-химические показатели, методы контроля качества (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Оценка состояния и принятие решения о возможности залива энергетических масел в оборудование и о продолжении эксплуатации масел (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Зачет с оценкой (Семестр №7)

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

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

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

1. Белосельский, Б. С. Технология топлива и энергетических масел : учебник для вузов по специальности "Технология воды и топлива на тепловых и атомных электрических станциях" направления "Теплоэнергетика" / Б. С. Белосельский. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Изд-во МЭИ, 2005. – 348 с. – ISBN 5-7046-1286-5.;
2. Бугров, В. П. Энергетические масла. Лабораторные работы : методическое пособие по курсам "Технология топлива и энергетических масел", "Физико-химические основы технологии воды и топлива" по направлению "Теплоэнергетика" / В. П. Бугров, Ю. А. Морыганова ; Ред. Б. С. Белосельский ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ). – М. : Изд-во МЭИ, 2005. – 32 с.;
3. Автономова И. В.- "Масла и системы смазки компрессоров. Водоснабжение" Ч. 3, Издательство: "МГТУ им. Н.Э. Баумана", Москва, 2012 - (72 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=52241](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52241);
4. Веренич И. А., Жилянин Д. Л.- "Рабочие жидкости, смазки и уплотнения гидropневмосистем", Издательство: "БНТУ", Минск, 2017 - (68 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/248441>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
3. SmathStudio.

## 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. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Патентная база Orbit Intelligence компании Questel - <https://www.orbit.com/>
9. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
10. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
11. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
12. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
13. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
14. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
15. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.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 | Ж-417/6, Белая мультимедийная студия | стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный                                                                     |
|                                                                         | Ж-417/7, Световая черная студия      | стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный                                                     |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП          | Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО     | стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, |

|                                                           |                                       |                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                           |                                       | кондиционер, стенд информационный                                                                                                                                                                                                     |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Ж-417/1,<br>Компьютерный класс ИДДО   | стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный |
| Помещения для самостоятельной работы                      | НТБ-303,<br>Лекционная аудитория      | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер                                                                                    |
| Помещения для консультирования                            | Ж-2006,<br>Конференц-зал ИДДО         | стол, стул, компьютер персональный, кондиционер                                                                                                                                                                                       |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря  | Ж-417 /2а,<br>Помещение для инвентаря | стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования         |



## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Энергетические масла

(название дисциплины)

## 7 семестр

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

- КМ-1 Приемка и подготовка к заливу в оборудование трансформаторных и турбинных масел, отбор проб масел (Тестирование)
- КМ-2 Трансформаторные и турбинные масла, назначение, получение, свойства, химический состав, основные нормативные физико-химические показатели, методы контроля качества (Тестирование)
- КМ-3 Процессы старения, присадки, смешение энергетических масел (Тестирование)
- КМ-4 Технологии и оборудование для очистки и регенерации трансформаторных и турбинных масел (Тестирование)
- КМ-5 Оценка состояния и принятие решения о возможности залива энергетических масел в оборудование и о продолжении эксплуатации масел (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

| Номер раздела | Раздел дисциплины                                                                                                                                                                                                                       | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------|------|------|------|------|
|               |                                                                                                                                                                                                                                         | Неделя КМ: | 2    | 6    | 10   | 14   | 18   |
| 1             | Введение. Назначение и основные виды нефтяных энергетических масел, огнестойких масел. Трансформаторные и турбинные нефтяные масла, огнестойкие масла: основные способы получения, химический состав, свойства.                         |            |      |      |      |      |      |
| 1.1           | Введение. Назначение и основные виды нефтяных энергетических масел, огнестойких масел. Трансформаторные и турбинные нефтяные масла, огнестойкие масла: основные способы получения, химический состав, свойства.                         |            |      | +    |      | +    | +    |
| 1.2           | Краткие сведения о синтетических и силиконовых электроизоляционных жидкостях для трансформаторного оборудования, а также синтетических турбинных маслах на основе арилфосфатов для турбинного оборудования                              |            |      | +    |      | +    | +    |
| 2             | Основные нормативные физико-химические показатели                                                                                                                                                                                       |            |      |      |      |      |      |
| 2.1           | Основные нормативные физико-химические показатели, методы контроля и отбора проб товарных (свежих), свежих, подготовленных к заливу, регенерированных и эксплуатационных трансформаторных и турбинных нефтяных масел, огнестойких масел |            |      |      |      | +    | +    |
| 2.2           | Приемка товарных (свежих) и контроль подготовленных к заливке в оборудование                                                                                                                                                            |            |      |      |      | +    | +    |

|            |                                                                                                                                                                                            |    |    |    |    |    |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|
|            | трансформаторных и турбинных минеральных энергетических масел. Подготовка масел к заливке в оборудование                                                                                   |    |    |    |    |    |
| 3          | Процессы старения нефтяных и огнестойких масел при эксплуатации Присадки, улучшающие эксплуатационные свойства трансформаторных и турбинных нефтяных масел. Смешение энергетических масел. |    |    |    |    |    |
| 3.1        | Процессы старения нефтяных и огнестойких масел при эксплуатации Присадки, улучшающие эксплуатационные свойства трансформаторных и турбинных нефтяных масел                                 | +  |    | +  |    |    |
| 3.2        | Смешение энергетических масел.                                                                                                                                                             | +  |    | +  |    |    |
| 4          | Очистка и восстановление (регенерация) энергетических масел. Масляные системы электрических станций и подстанций.                                                                          |    |    |    |    |    |
| 4.1        | Очистка и восстановление (регенерация) энергетических масел. Масляные системы электрических станций и подстанций                                                                           |    | +  |    | +  | +  |
| 4.2        | Физические методы очистки масел                                                                                                                                                            |    | +  |    | +  | +  |
| 5          | Оценка состояния и принятие решения о дальнейшей эксплуатации трансформаторных и турбинных нефтяных масел, огнестойких масел.                                                              |    |    |    |    |    |
| 5.1        | Оценка состояния и принятие решения о дальнейшей эксплуатации трансформаторных и турбинных нефтяных масел, огнестойких масел                                                               |    |    | +  |    |    |
| 5.2        | Современное состояние систем мониторинга и перспективы их развития                                                                                                                         |    |    | +  |    |    |
| Вес КМ, %: |                                                                                                                                                                                            | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |