

Компонент ОПОП _____ 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
наименование ОПОП

направленность (профиль) «Энергообеспечение в Арктической зоне РФ»
наименование направленности (профилей(я), /специализаций(и))

Б1.В.ДВ.03.01 Надежность систем теплоснабжения
шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины
(модуля)

Надежность систем теплоснабжения

Разработчик (и):

Судак С.Н.
Ф.И.О.

доцент кафедры СЭиТ
должность

К.Т.Н.
ученая степень, звание

Утверждено на заседании кафедры

Строительства, энергетики и транспорта
наименование кафедры

протокол № 7 от 07.03.2024 г.

Заведующий кафедрой Челтыбашев А.А.
Ф.И.О.

подпись

Мурманск
2024

Пояснительная записка

Объем дисциплины __4з.е.

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

| Компетенции | Индикаторы достижения компетенций | Результаты обучения по дисциплине (модулю) |
|---|---|---|
| <p>ПК-3. Способен участвовать в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению в системах энергообеспечения промышленных предприятий и объектов жилищно-коммунальной сферы с оценкой их энергетической и экономической эффективности</p> | <p>ИД-1_{ПК-3}. Проводит оценку энергетической, экономической и экологической эффективности теплотехнических систем</p> | <p>Знать: схемы энергообеспечения предприятий; типовые энергосберегающие мероприятия. Уметь: разрабатывать схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства. Владеть: навыками оценки энергетической, экономической и экологической эффективности теплотехнических систем</p> |
| | <p>ИД-2_{ПК-3}. Проектирует изменения схем энергообеспечения предприятий для реализации типовых энергосберегающих мероприятий</p> | |
| | <p>ИД-3_{ПК-3}. Принимает участие в составлении энергетических паспортов и разработке программ энергосбережения объектов</p> | <p>Знать: нормативы по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности; Уметь: обрабатывать результаты испытаний перед вводом в эксплуатацию объектов теплоэнергетики и теплотехники; Владеть: знаниями нормативов по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности; навыками составления энергетических паспортов и разработки программ энергосбережения объектов.</p> |
| | <p>ИД-4_{ПК-3}. Принимает участие в обработке результатов испытаний перед вводом в эксплуатацию объектов теплоэнергетики и теплотехники</p> | |

2. Содержание дисциплины

Модуль № 1. Задачи и исходные положения оценки надёжности систем теплоснабжения.

Тема 1.1. Введение в дисциплину. Развитие науки о надёжности систем теплоснабжения. Основные нормативные документы в области надёжности: система стандартов «Надёжность в технике» (ССНТ). Требования к надёжности энергетических систем при проектировании. Практические задачи надёжности при проектировании систем теплоснабжения. Основные особенности систем теплоснабжения с точки зрения теории надёжности. Факторы, нарушающие надёжность системы. Причины возникновения и развития аварий в системах теплоснабжения, классификация аварий. Практические методы и средства обеспечения надёжности в энергетических и технических системах. Нормативы по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной

деятельности.

Тема 1.2. Теория надежности и ее структура. Надежность теплоснабжения. Основные понятия, термины и определения теории надежности в технике и энергетике. Относительность понятия "элемент" и "система" при анализе надежности сложных технических систем.

Тема 1.3 Понятие отказа. Классификация отказов. Потоки отказов элементов и их свойства. Факторы, нарушающие надёжность системы, как причины отказов основных элементов систем теплоснабжения: системы приготовления теплоты (ТЭЦ, центральная котельная или другой источник тепла); системы транспорта теплоты от источника до места его потребления (тепловые сети); системы использования теплоты в местных установках потребителя (технологические теплоиспользующие, системы отопления, системы подогрева воздуха для вентиляции, установки по кондиционированию воздуха, системы горячего водоснабжения).

Модуль № 2. Математические модели и количественные описания.

Тема 2.1. Основные понятия теории вероятностей. Событие, вероятность события. Классификация случайных событий. Основы теории множеств. Алгебра событий. Основные законы теории вероятностей. Формула полной вероятности, формула Байеса.

Тема 2.2. Случайные величины, их характеристики и законы распределения, используемые в теории надежности. Математические основы расчета показателей надежности. Случайные процессы. Понятие потока отказов. Простейший (пуассоновский) поток. Пуассоновский процесс и его применение для описания вероятностных характеристик отказов и восстановления элементов систем теплоснабжения.

Модуль № 3. Математические модели и количественные расчёты надёжности систем.

Тема 3.1. Невосстанавливаемые и восстанавливаемые объекты. Единичные и комплексные показатели надежности. Недоотпуск теплоэнергии.

Тема 3.2. Марковские процессы как модели функционирования элементов систем теплоснабжения. Математическое описание марковского случайного процесса. Формирование модели внезапных отказов объекта. Модели отказов и восстановления в простейших и сложных системах. Принципы составления графов состояний и систем дифференциальных уравнений состояний для описания процессов отказов и восстановления элементов и систем. Модели процессов преднамеренных (плановых) отключений, ремонтных состояний в реальных системах теплоснабжения в зависимости от количества ремонтных бригад.

Модуль № 4. Методы количественного анализа надежности систем теплоснабжения.

Тема 4.1. Понятия о структурной и функциональной надежности. Методы расчета надежности структурных схем групп элементов при последовательном, параллельном и последовательно-параллельном (смешанном) соединении элементов в системе. Резервирование, виды резервирования. Основные приемы и методы структурного анализа при расчетах надежности систем теплоснабжения. Аналитический метод расчета надежности. Логико-вероятностный метод расчета надежности теплоснабжения с помощью дерева отказов. Метод минимальных путей и сечений.

Модуль № 5. Способы и средства обеспечения надежности систем теплоснабжения.

Тема 5.1. Надежность и оптимизация систем водоснабжения Характеристика систем водоснабжения. Отказы систем водоснабжения и их последствия. Расчет показателей надежности систем водоснабжения.

Тема 5.2. Надежность и оптимизация систем теплоснабжения Проблема обеспечения надежности систем теплоснабжения. Надежность тепловых сетей. Надежность тепловых пунктов.

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические указания к выполнению лабораторных/практических представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МГТУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МГТУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

Основная литература:

1. Беляев С.А., Литвак В.В., Солод, С.С.. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС. – Томск: Изд-во НТЛ, 2008 – 218 с. <https://e.lanbook.com/book>
2. Надежность систем энергетики и их оборудования: Справочное издание. В 4 т. Т.4: Надежность систем теплоснабжения / Е.В. Сеннова, А.В. Смирнов, А.А. Ионин и др. – Новосибирск: Наука, 2000. – 351 с.(читальный зал МГТУ – 1 шт.)
3. Назарычев А. Н. Справочник инженера по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электрических станций и сетей [Электронный учебник] : учебное пособие / Назарычев А. Н.. - Инфра-Инженерия, 2006 - Режим доступа: <http://iprbookshop.ru/5073>
4. Беляев С.А., Литвак В.В., Солод, С.С.. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС. – Томск: Изд-во НТЛ, 2008 – 218 с. <https://e.lanbook.com/book/>
5. Беляев, С. А. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС : учебное пособие /А.Беляев, А.В.Воробьев, В. В.Литвак.—Томск:ТПУ,2015—248с. <https://e.lanbook.com/book/82857>
6. Белкин, А. П. Диагностика теплоэнергетического оборудования : учебное пособие / А.П. Белкин, О. А. Степанов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020 — 240 с.<https://e.lanbook.com/book/1392554>

Дополнительная литература:

7. Даева, Т. В. Организация и управление производством: практикум / Т. В. Даева. — Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2016 — 88 с. <https://e.lanbook.com/book/76669>
8. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике. Т. 3: Теплогидравлические процессы при переходных и нестандартных режимах. Тяжелые аварии. Защитная оболочка. Коды, их возможности, неопределенности. [Текст] / сост., ред. Кирилов П. Л. . - М. : ИздАт, 2014 - 688 с.
9. Учебное пособие по освоению дисциплины "Котельные установки и парогенераторы" для бакалавров по направлению подготовки 13.03.01 - «Теплоэнергетика и теплотехника» очной и заочной форм обучения, специалистов по повышению квалификации «Энергообеспечение предприятий» и работников теплоэнергетики : учебное пособие /

составители Ю. А. Иванов [и др.]. — Нальчик : Кабардино-Балкарский ГАУ, 2019 — 554 с. <https://e.lanbook.com/book/137668>

10. Судак С.Н., «Надежность теплоснабжения»/ Методические указания к практическим работам по дисциплине «Надежность систем теплоснабжения» для направления 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника всех форм обучения / С.Н. Судак, МГТУ - 2023г. [Электронный ресурс]

11. Судак С.Н., «Надежность теплоснабжения»/ Методические указания к самостоятельной работе для студентов специальности 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника всех форм обучения / С.Н. Судак, МТУ - 2023г. [Электронный ресурс]

12. Судак С.Н., «Надежности системы теплоснабжения»/ Методические указания к расчетно-графической работе по дисциплине «Надежность систем теплоснабжения» для направления 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника всех форм обучения / С.Н. Судак, МАУ - 2024г. [Электронный ресурс]

13. Острейковский, В. А. Теория надежности : учебник для вузов / В. А. Острейковский. - Москва : Высш. шк., 2003. - 463 с. - ISBN 5-06-004053-4 : 177-96.

14. Тремясов, В. А. Теория надежности в энергетике. Надежность систем генерации, использующих ветровую и солнечную энергию : учебное пособие / В. А. Тремясов, Т. В. Кривенко. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2017. — 164 с. — ISBN 978-5-7638-3749-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/84157.html> (дата обращения: 23.10.2019). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Государственная система правовой информации - официальный интернет-портал правовой информации-URL:<http://pravo.gov.ru>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»-URL: <http://window.edu.ru>
3. Электронно-библиотечная система IPR books [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
4. Справочно-правовая система. Консультант Плюс - URL: <http://www.consultant.ru/>
5. <http://electricforum.ru/>
6. <http://elec.ru/>
7. <http://electricalschool.info/>
8. <http://diss.rsl.ru;>
9. <http://www.biblioclub.ru;>
10. <http://polpred.com.;>
11. <http://elibrary.ru;>
12. <http://uisrussia.msu.ru;>
13. <http://www.garant.ru;>
14. <http://www.consultant.ru>
15. <http://www.portal-energo.ru/> - Портал-Энерго «Эффективное энергосбережение»
16. <http://minenergo.gov.ru/> - Минэнерго РФ
17. <http://energosovet.ru> – «Энергосовет», портал по энергосбережению

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Операционная система Microsoft Windows XP Professional ver 2002 Service Pack 3, лицензия №44335756 от 29.07.2008 г. (договор №32/379 от 14.07.08 г.)
2. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.2009 (договор 32/224 от 14.07.2009 г.)
3. Офисный пакет Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN, лицензия № 47233444 от 30.07.2010 (договор 32/285 от 27 июля 2010 г.)
4. Wolfram Mathematica Professional (Network Server, Network Increment)

8.x/9.x (сетевая версия), номер лицензии L3477-6735 от 20.11.2012 (договор 26/32/277 от 15 ноября 2012 г.)

Ежегодно обновляемое (продлеваемое) программное обеспечение:

1. Программные продукты Microsoft (подписка на образовательные лицензии, сетевые версии), участие в академической программе Microsoft Azure Dev Tools for Teaching (с февраля 2019 г., ранее Microsoft Imagine, ранее Microsoft DreamSpark, ранее Microsoft MSDN Academic Alliance).
2. Идентификаторы подписок (Azure Dev Tools for Teaching Subscription ID);, Институт «Морская академия» – 700514554, Естественно-технологический институт – ICM-167651, Институт арктических технологий – ICM-167652), подразделения СПО – ICM-167650
3. Все подписки действительны по 10.12.2019 (счет-фактура №IM22116 от 12.11.2018, счет №9552401799 от 10.12.2018)
4. АИБС «МегаПро» лицензия 43-2014 от 23.06.14 (договор №5314 от 06.06.14), модуль «Квалификационные работы» лицензия 117-2015 от 25.12.2015 (договор №13115 от 01.12.15)
5. Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite (комплексная защита), антивирус Dr.Web Server Security Suite (серверный) (договор №8630 от 03.06.2019, договор №7689 от 23.07.2018, договор №7236 от 03.11.2017, договор №810-000046 от 26.06.2017)
6. Антивирус Avira Business Security Suite (лицензионный договор №ЛЦ-160955 от 23.09.2016, счет №КМ-00176 от 02.10.2015, счет №КМ-00126 от 01.07.2014, счет №КМ-00133 от 15.05.2013, счет №ЦИ-01295 от 18.04.2012)

8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ;

10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

| Вид учебной деятельности | Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения | | | | | | | | |
|--------------------------|---|--|-------------|--------------|--|-------------|--------------|--|--|
| | Очная | | | Очно-заочная | | Заочная | | | |
| | Семестр | | Всего часов | Семестр | | Всего часов | Семестр/Курс | | |
| | 7 | | | | | | | | |
| Лекции | 22 | | 22 | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|--|--|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Практические занятия | 22 | | | 22 | | | | | | | | |
| Лабораторные работы | - | | | - | | | | | | | | |
| Самостоятельная работа | 100 | | | 100 | | | | | | | | |
| Подготовка к промежуточной аттестации | - | | | - | | | | | | | | |
| Всего часов по дисциплине | 144 | | | 144 | | | | | | | | |
| / из них в форме практической подготовки | | | | | | | | | | | | |

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|---|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Экзамен | | | | | | | | | | | | |
| Зачет/зачет с оценкой | + | | | + | | | | | | | | |
| Курсовая работа (проект) | | | | | | | | | | | | |
| Количество расчетно-графических работ | + | | | + | | | | | | | | |
| Количество контрольных работ | | | | | | | | | | | | |
| Количество рефератов | | | | | | | | | | | | |
| Количество эссе | | | | | | | | | | | | |

Перечень примерных тем курсовой работы /проекта

Не предусмотрены.

Перечень примерных тем Контрольной работы.

Контрольная работа по теме «Надежность системы теплоснабжения». Задание по вариантам, включает в себя ответы на 3 контрольных вопроса по модулям дисциплины.

Перечень лабораторных работ по формам обучения

Не предусмотрены

Перечень практических занятий по формам обучения

| № п\п | Темы практических работ | Количество часов | |
|-------|--|----------------------|------------------------|
| | | очная форма обучения | заочная форма обучения |
| 1 | Определение вероятностей отказов и безотказной работы систем. | 2 | |
| 2 | Составление функции работоспособности (ФР) и неработоспособности (ФНР) схемы: модели отказов восстанавливаемых элементов | 2 | |
| 3 | Составление функции работоспособности (ФР) и неработоспособности (ФНР) схемы: модели отказов восстанавливаемых элементов | 2 | |
| 4 | Составление расчетных схем и схем замещения - структурных схем | 2 | |

| | | | |
|-------|--|----|--|
| 5 | Представление в аналитическом виде показателей надежности системы. Алгоритм метода (решение задач). | 4 | |
| 6 | Расчет надежности систем логико-вероятностным методом (решение задач). | 2 | |
| 7 | Определение надёжности системы со схемами последовательного и параллельного соединения элементов. Эквивалентирование. | 4 | |
| 8 | Резервирование: нагруженный (горячий) и ненагруженный (холодный) резерв. Последовательность решения задач надежности. | 2 | |
| 9 | Порядок и основные принципы расчета надежности энергетических установок методом минимальных путей и минимальных сечений. | 2 | |
| Итого | | 22 | |