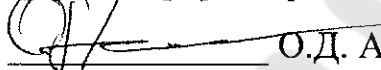


Учреждение образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О. Сухого

 О.Д. Асенчик

07.12. 2016

Регистрационный № УД- 44-28 /уч.

МОДЕЛИРОВАНИЕ, ОПТИМИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования первой ступени ОСВО 1-43 01 07-2013; учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций», регистрационные №№ I 43-1-14/уч. 17.09.2013, I 43-1-24/уч. 13.02.2014, I 43-1-12/уч. 11.02.2016, I 43-1-36/уч. 17.02.2016.

СОСТАВИТЕЛЬ:

В.И. Токочаков, доцент кафедры «Информационные технологии» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.Д. Левчук, заведующий кафедрой автоматизированных систем обработки информации учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», кандидат технических наук, доцент;
О.Г. Широков, доцент кафедры «Электроснабжение» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Информационные технологии» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 7 от 28.11.2016);

Научно-методическим советом факультета автоматизированных и информационных систем учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 4 от 28.11.2016);
УДф-04-23/уч.

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 2 от 01.12.2016);
УДз-111-16у

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 2 от 06.12.2016).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины.

Целью изучения дисциплины является формирование знаний по современным методам исследования систем энергоснабжения предприятий (организаций) и их отдельных элементов, а также методам поиска и отбора наиболее эффективных систем энергоснабжения и режимов их работы.

Основными задачами курса являются:

- приобретение студентами представлений о методах математического и физического моделирования энергетических установок и систем;
- овладение студентами методами составления математической модели элементов и установок систем энергоснабжения;
- приобретение студентов умений в использовании математических моделей и программных комплексов для анализа процессов в объектах энергетики.

Требования к знаниям и умениям студентов после изучения дисциплины.

После изучения дисциплины «Моделирование, оптимизация и управление энергетическими системами» студент должен:

знать:

- методы синтеза и анализа энергетических систем;
- методы математического и физического моделирования энергетических установок и систем;

- основные методы решения задач оптимизации систем энергоснабжения;

уметь:

- разрабатывать математические модели энергетических установок и систем энергоснабжения предприятий (организаций);
- моделировать управление режимами работы энергетических установок и систем предприятий (организаций);

владеть:

- методами составления математической модели элементов и установок систем энергоснабжения;
- методами алгоритмизации расчетов энергетических систем;
- методиками расчета оптимальных режимов энергопотребления.

Для успешного изучения данной дисциплины студентам необходимо иметь знания по следующим дисциплинам:

- математика;
- информатика;
- теплообмен;
- котельные установки промышленных предприятий.

Требования к компетенциям.

В результате изучения дисциплины «Моделирование, оптимизация и управление энергетическими системами» должны быть сформированы следующие группы компетенций.

Академические компетенции:

– уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;

– владеть системным и сравнительным анализом;

– владеть исследовательскими навыками;

– уметь работать самостоятельно.

Профессиональные компетенции:

– на основе анализа показателей режимов, параметров схемы и технического состояния оборудования выявлять причины не оптимальности (не рациональности) технологического процесса производства, преобразования, распределения и потребления тепловой и электрической энергии и разрабатывать пути их устранения;

– в составе группы специалистов осуществлять выбор оптимальных режимов эксплуатации энергетических объектов (систем) для повышения технико-экономических показателей режимов их работы;

– в составе группы специалистов или самостоятельно разрабатывать технологическую документацию энергоустановок и энергосистем;

– выявлять причины повреждений элементов энергетического и энерготехнологического оборудования, вести их учет, разрабатывать предложения по их предупреждению;

– выбирать эффективные критерии оптимального развития энергетических систем и осуществлять их оптимизацию;

– разрабатывать технические задания на проектируемый объект энергетической системы с учетом результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;

– анализировать и оценивать собранные данные.

Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий для специальности 1-43 01 07 Техническая эксплуатация энергооборудования организаций.

Дневная форма.

Всего часов по дисциплине – 244, всего аудиторных часов – 112, из них лекций – 48 часов, лабораторных занятий – 32 часов, практических занятий – 32 часа, экзамен – 9 семестр, трудоемкость учебной дисциплины – 7 зачетных единиц.

Заочная форма сокращенная.

Всего часов по дисциплине – 244, всего аудиторных часов – 22, из них лекций – 10 часов, лабораторных занятий – 6 часов, практических занятий – 6 часа, экзамен – 8 семестр, зачет – 7 семестр.

| | ДО | ЗО сокр. |
|--|-----|----------|
| Курс | 5 | 3,4 |
| Семестр | 9 | 6,7,8 |
| Лекции (часов) | 48 | 10 |
| Практические (семинарские) занятия (часов) | 32 | 6 |
| Лабораторные занятия (часов) | 32 | 6 |
| Всего аудиторных (часов) | 112 | 22 |
| Формы текущей аттестации по учебной дисциплине | | |
| Экзамен | 9 | 8 |
| Зачет | | 7 |

Библиотека ГГТУ им. П.О.Скужого

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Основные методы математического моделирования системы энергоснабжения предприятий (организаций)

Тема 1.1. Основные методы математического моделирования системы энергоснабжения предприятий (организаций)

Определение и классификация энергетических систем. Современные тенденции развития энергетических систем. Роль математического моделирования при исследовании, проектировании и эксплуатации энергетических установок и систем. Энергетическая система как объект системотехники: понятие системы, основные свойства и их характеристики. Методология исследования энергетических системы на основе системного подхода: основные этапы; структура математической модели системы, внутренние и внешние потоки информации; общий вид математической модели и анализ информационных переменных.

Тема 1.2. Моделирование установок и сетей теплоснабжения

Математическое моделирование котельной с водогрейными и паровыми котлами. Моделирование рассеивания вредных примесей и выбор высоты дымовой трубы. Моделирование режимов работы пламенных печей и сушилок. Определение нормированных тепловых потерь в системе теплоснабжения предприятий. Гидравлический расчет тепловых сетей.

Тема 1.3. Моделирование установок и сетей электроснабжения

Математическое моделирование элементов систем электроснабжения. Расчет нормальных режимов распределительных сетей и цеховых трансформаторов.

Тема 1.4. Методы моделирования теплотехнических систем на микроуровне. Метод конечных разностей

Математические модели теплофизики. Уравнение теплопроводности. Конечно-разностные представления производных по времени и пространству. Методология решения стационарных и нестационарных задач теплопроводности. Явные и неявные методы решения. Примеры алгоритмов реализации математических моделей на микроуровне.

Раздел 2. Основные методы решения задач оптимизации систем энергоснабжения и их применение

Тема 2.1. Методы одномерного поиска

Методы одномерного поиска: метод общего поиска; метод деления пополам; метод золотого сечения.

Тема 2.2. Методы многомерной оптимизации

Методы многомерной оптимизации: метод покоординатного подъема; методы исключения областей; метод случайного поиска; градиентные методы; симплекс-метод; метод штрафных функций.

Тема 2.3. Применение методов оптимизации в системе электроснабжения предприятий

Оптимизация мест установки и мощности компенсирующих устройств в системе электроснабжения промышленных предприятий.

Раздел 3. Общие понятия теории надежности энергетических систем

Тема 3.1. Общие понятия теории надежности энергетических систем

Общие понятия теории надежности; критерии надежности теплотехнических систем; методы качественного и количественного анализа надежности; структурные схемы надежности, функций и режимов работы; анализ отказов элементов с целью определения возможных последствий. Методы обеспечения оптимальной надежности энергетических систем.

Раздел 4. Моделирование управления режимами энергетических систем предприятий (организаций)

Тема 4.1. Основы современных подходов к управлению энергетическими системами

Основы современных подходов в теории управления. Структура и состав автоматизированных систем управления энергетическими процессами систем энергоснабжения. Задачи автоматизации промышленных проектов. Основные принципы и законы регулирования, их недостатки и преимущества. Критерии устойчивости схем управления. Классификация систем автоматизированного регулирования. Обзор измерительных средств, применяемых автоматизированных систем управления технологическими процессами в энергетике.

Тема 4.2. Управление энергетическими системами по критерию экономии топливно-энергетических ресурсов

Основные проблемы сохранения потенциала энергии при использовании топливно-энергетических ресурсов на промышленных объектах. Особенности подходов к управлению энергетическими системами и процессами по критерию экономии топливно-энергетических ресурсов.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(Дневная форма получения образования)

Специальность

1-43 01 07 - «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»

| Номер раздела, темы | Название раздела, темы | Количество аудиторных часов | | | | | Количество часов УСР* | Форма контроля знаний |
|---------------------|---|-----------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|------|--------------------------|-----------------------|
| | | Лекции | Практические занятия | Семинарские занятия | Лабораторные занятия | Иное | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1. | Основные методы математического моделирования системы энергоснабжения предприятий (организаций) | 22 | 16 | | 16 | | | |
| 1.1. | Основные методы математического моделирования системы энергоснабжения предприятий (организаций) | 4 | | | | | | экзамен |
| 1.2. | Моделирование установок и сетей теплоснабжения | 10 | 8 | | 8 | | | ЗЛР, экзамен |
| 1.3. | Моделирование установок и сетей электроснабжения | 4 | 4 | | 4 | | | ЗЛР, экзамен |
| 1.4. | Методы моделирования теплотехнических систем на микроуровне. Метод конечных разностей | 4 | 4 | | 4 | | | ЗЛР, экзамен |
| 2. | Основные методы решения задач оптимизации систем энергоснабжения и их применение | 14 | 8 | | 8 | | | |
| 2.1. | Методы одномерного поиска | 2 | | | | | | экзамен |
| 2.2. | Методы многомерной оптимизации | 8 | 4 | | 4 | | | ЗЛР, экзамен |
| 2.3. | Применение методов оптимизации в системе электроснабжения предприятий | 4 | 4 | | 4 | | | ЗЛР, экзамен |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|------|---|----|----|---|----|---|---|-----------------|
| 3. | Общие понятия теории надежности энергетических систем | 6 | 4 | | 4 | | | |
| 3.1. | Общие понятия теории надежности энергетических систем | 6 | 4 | | 4 | | | ЗЛР, экзамен |
| 4. | Моделирование управления режимами энергетических систем предприятий (организаций) | 6 | 4 | | 4 | | | |
| 4.1. | Основы современных подходов к управлению энергетическими системами | 4 | 4 | | 4 | | | ЗЛР, экзамен |
| 4.2. | Управление энергетическими системам по критерию экономии топливно-энергетических ресурсов | 2 | | | | | | экзамен |
| | Итого: | 48 | 32 | | 32 | | | |

Примечание: ЗЛР – защита лабораторной работы.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|------|---|------|-----|---|-----|---|---|-----------------|
| 3. | Общие понятия теории надежности энергетических систем | 2 | 2 | | 2 | | | |
| 3.1. | Общие понятия теории надежности энергетических систем | 2 | 2 | | 2 | | | ЗЛР, экзамен |
| 4. | Моделирование управления режимами энергетических систем предприятий (организаций) | 2 | | | | | | |
| 4.1. | Основы современных подходов к управлению энергетическими системами | 2 | | | | | | экзамен |
| 4.2. | Управление энергетическими системам по критерию экономии топливно-энергетических ресурсов | | | | | | | экзамен |
| | Итого: | 10 ✓ | 6 ✓ | | 6 ✓ | | | |

Примечание: ЗЛР – защита лабораторной работы.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Михневич, А. В. Гидравлические расчеты в теплоэнергетике : учеб. пособие для вузов / А. В. Михневич, О. Л. Рыхтер, Н. Н. Михневич. – Минск : Технопринт, 2000. – 278 с.
2. Охорзин В.А. Компьютерное моделирование в системе MathCad. Учебный курс. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 143 с.
3. Петренко, Ю. Н. Программное управление технологическими комплексами в энергетике: учебное пособие для вузов / Ю. Н. Петренко, С. О. Новиков, А. А. Гончаров. – Минск : Вышэйшая школа, 2013. – 406 с.
4. Поспелов, Г. Е. Электрические системы и сети : учебник для вузов / Г. Е. Поспелов, В. Т. Федин, П. В. Лычев, под ред. В. Т. Федина. – Минск : Технопринт, 2004. – 710 с.
5. Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети : учебник для вузов. / Е.Я. Соколов. – 7-е изд., стер. – М.: МЭИ, 2001. – 472 с.
6. Тепловое оборудование и тепловые сети : учебник для вузов / Г. В. Арсеньев [и др.]. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 400 с.
7. Турчак Л.И. Основы численных методов: Учеб. Пособие. – М.: Наука, 1987. – 318 с.

Дополнительная литература

8. Аттетков, А.В. Методы оптимизации : учебник для вузов / под ред. В.С. Зарубина, А. П. Крищенко. – 2-е изд., стер. – М.: МГТУ, 2003. – 439 с.
9. Дульнев Г.Н., Парфенов В.Г., Сигалов А.В. Применение ЭВМ для решения задач теплообмена. – М.: Высш. Шк., 1990. – 206 с.
10. Дэннис, Дж. Численные методы безусловной оптимизации и решения нелинейных уравнений: Пер.с англ. / Дж. Дэннис – М. : Мир, 1988. – 440 с.
11. Иванов, А. А. Управление в технических системах : учебное пособие для вузов / А. А. Иванов, С. Л. Торохов. – М.: Форум, 2012. – 271 с.
12. Курицкий Б.Я. Поиск оптимальных решений средствами Excel 7.0. – СПб: ВНУ, 1997. – 384 с.
13. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочник/Под общ.ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина.– М.:Энергоатомиздат, 1991.
14. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: справочник / под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. – 3-е изд.. – М.: МЭИ, 2004. – 630 с.
15. Струченков В. И. Методы оптимизации: основы теории, задачи, обучающие компьютерные программы: учеб. пособие. / В.И. Струченков В. И. – Изд. 2-е, перераб. – М.: Экзамен, 2007. – 255 с.
16. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент: справочник / под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. – 3-е изд.. – М.: Изд-во МЭИ, 2001. – 561 с.

17. Токочаков В.И. Моделирование, оптимизация и управление теплотехническими системами: лабораторный практикум по одноименному курсу для студентов специальности 1-43 01 05 "Промышленная теплоэнергетика": дневной и заочной форм обучения. В 3 ч. Ч.1 / В. И. Токочаков. – Гомель: ГГТУ, 2009. – 32 с.
18. Токочаков В.И. Моделирование, оптимизация и управление теплотехническими системами: лабораторный практикум по одноименному курсу для студентов специальности 1-43 01 05 "Промышленная теплоэнергетика": дневной и заочной форм обучения. В 3 ч. Ч.2 / В. И. Токочаков. – Гомель: ГГТУ, 2009. – 41 с.
19. Токочаков В.И. Моделирование, оптимизация и управление теплотехническими системами: лабораторный практикум по одноименному курсу для студентов специальности 1-43 01 05 "Промышленная теплоэнергетика": дневной и заочной форм обучения. В 3 ч. Ч.3 / В. И. Токочаков. – Гомель: ГГТУ, 2010. – 39 с.
20. Шульц, Л.А. Теплоэнергетическое оборудование и энергосбережение: учебное пособие для вузов / Л. А. Шульц. – М.: Учеба, 2007. – 251 с.

Учебно-методические комплексы

21. Лычев, П. В. Электрические сети: электронный учебно-методический комплекс дисциплины / П. В. Лычев, К. М. Медведев; кафедра "Электроснабжение". – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2013. Режим доступа: <http://elib.gstu.by/handle/220612/2840>.
22. Токочаков, В.И. Моделирование, оптимизация и управление теплотехническими системами: электронный учебно-методический комплекс дисциплины / В.И. Токочаков; кафедра "Информационные технологии". – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. Режим доступа: <http://elib.gstu.by/handle/220612/1987>.
23. Электроснабжение промышленных предприятий: электронный учебно-методический комплекс дисциплины / А. Г. Ус [и др.]; кафедра "Электроснабжение". – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2013. Режим доступа: <https://elib.gstu.by/handle/220612/2676>.

Список литературы *Сухого П.О.* (Томасов Ч.В.)
Примерный перечень тем лабораторных занятий

1. Математическое моделирование котельной.
2. Моделирование рассеивания вредных примесей и выбор высоты дымовой трубы котельной.
3. Энергетический баланс хлебопекарной печи.
4. Моделирование зерновой сушилки.
5. Расчет нормальных режимов распределительных сетей и цеховых трансформаторов.
6. Решение задачи методом конечных разностей.
7. Решение задачи оптимизации методом линейного программирования.

8. Оптимизация мест установки и мощности компенсирующих устройств в системе электроснабжения промышленных предприятий.
9. Анализ структурной надежности системы.
10. Критерии устойчивости систем управления.

Примерный перечень тем практических занятий

1. Математическое моделирование котельной.
2. Моделирование рассеивания вредных примесей и выбор высоты дымовой трубы котельной.
3. Энергетический баланс хлебопекарной печи.
4. Моделирование зерновой сушилки.
5. Расчет нормальных режимов распределительных сетей и цеховых трансформаторов.
6. Решение задачи методом конечных разностей.
7. Решение задачи оптимизации методом линейного программирования.
8. Оптимизация мест установки и мощности компенсирующих устройств в системе электроснабжения промышленных предприятий.
9. Анализ структурной надежности системы.
10. Критерии устойчивости систем управления.

Тестовые задания

На учебном портале университета размещены вопросы к тестам по модулям, по семестрам.

Характеристика инновационных подходов к преподаванию учебной дисциплины

Для дисциплины используется модульно-рейтинговая система контроля качества усвоения знаний, Интернет-ресурсы.

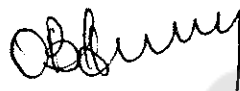
Требования к обучающемуся при прохождении текущей аттестации

Студент согласно графика учебного процесса должен посещать все виды занятий, своевременно защищать лабораторные работы, проходить тесты.

Информация по контролю качества усвоения знаний

Для дисциплины используется модульно-рейтинговая система контроля качества усвоения знаний. Оценки на экзамене формируются на основе полученных баллов текущего, поощрительного и контрольного рейтингов.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

| Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование | Название кафедры | Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине | Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) |
|---|------------------|---|---|
| Дипломное проектирование | ПТиЭ | Согласование не требуется  | № 7 от 28.11.2016 |
| | | | |
| | | | |

Библиотека ГГТУ им. Л. М. Энгельса