

Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
имени А. Д. Сахарова» Белорусского
государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

по учебной и воспитательной работе

МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ

И. Э. Бученков

«27» января 2021 г.

Регистрационный № УД-929-21/уч.



**МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И УСТРОЙСТВ**

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной
дисциплине для специальности

1-43 01 06 Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент

Минск 2021

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1–43 01 06-2013 и учебного плана специальности 1 – 43 01 06 «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент»

СОСТАВИТЕЛИ:

В.А.Пашинский, заведующий кафедрой энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ, кандидат технических наук, доцент;

Е.В.Кресова, старший преподаватель кафедры энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д.Сахарова БГУ»

(протокол № 4 от 23.11.2020)

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д.Сахарова БГУ»

(протокол № 5 от 27.01.2021)

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Высокий технический уровень реализации энергетической системы достигается в значительной мере на этапе проектирования. Эффективность применения методов моделирования и оптимизации при проектировании энергетических процессов и устройств обусловлена тем, что многие такие процессы и устройства практически невозможно с достаточной точностью исследовать аналитическими методами. На различных этапах и стадиях проектирования сложной технической системы используют различные математические модели: системы дифференциальных уравнений, алгебраических уравнений, бинарные отношения, матрицы и другое. Поскольку все проектные работы носят оптимизационный характер, то решать системы уравнений для получения искомого результата приходится многократно. В данных условиях необходимо владеть способами ускорения обработки информации и оптимального принятия решения, в том числе с помощью современных компьютерных пакетов моделирования и оптимизации технических решений.

Целью учебной дисциплины «**Моделирование и оптимизация энергетических процессов**» является формирование профессиональных знаний и практических навыков в области анализа и синтеза энергетических процессов и устройств, включающих умения составления математических моделей энергетических процессов и устройств и оптимизации их параметров.

Задачи дисциплины:

- ознакомление с методами моделирования и оптимизации технических систем;
- освоение принципов использования компьютерных программ, позволяющих идентифицировать техническую систему, моделировать ее поведение и оптимизировать ее параметры;
- формирование умений использовать экспериментально-теоретический подход в описании энергетических процессов и устройств.

Методики и технологии активного обучения включают самостоятельную работу студентов (СРС), проблемные лекции с применением мультимедийного комплекса, устный опрос во время занятий, написание рефератов по отдельным разделам дисциплины, выступления студентов на семинарских и практических занятиях.

Для оценки качества самостоятельной работы студентов осуществляется контроль за ее выполнением. Формы контроля самостоятельной работы студентов могут быть в виде собеседования, проверки и защиты индивидуальных расчетно-графических заданий, коллоквиумы, контрольные работы, тестирование, принятие зачетов, устный и письменный экзамены, и т.д.

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- этапы моделирования энергетических процессов и устройств;

–основные принципы составления математических моделей и вычислительных алгоритмов на примере теплообменных устройств и электрических цепей;

–методы решения задач оптимизации.

Студент должен уметь:

–использовать методы моделирования и оптимизации энергетических процессов и устройств;

–применять численные методы решения задач тепломассопереноса;

–использовать возможности прикладных пакетов по моделированию, обработке, анализу и представлению данных.

Студент должен владеть:

- навыками идентификации различных энергетических устройств;

- навыками разработки моделей энергетических процессов и устройств;

- навыками оптимизации параметров энергетических процессов и устройств.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Математика», «Теплопередача», «Электротехника и промышленная электроника», «Производство, транспорт и потребление тепловой энергии», «Производство, транспорт и потребление электроэнергии», «Энергопотребление в зданиях и сооружениях» и др.

На изучение курса «Моделирование и оптимизация энергетических процессов» для направления специальности 1-43 01 06 Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент учебным планом предусмотрено 110 часов. Из них 52 аудиторных (18 лекционных и 34 практических) очная форма обучения и 12 аудиторных часов (4 лекционных и 8 практических) заочная. Практические занятия проводятся в компьютерных классах. Форма текущей аттестации – экзамен.

II. Содержание учебного материала

1. ВВЕДЕНИЕ

Понятия: модель, моделирование, оптимизация. Место моделирования и оптимизации в процессе проектирования установок и технических систем. Виды моделирования, их преимущества и недостатки. Классификация моделей.

2. ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Физическая модель. Условия применения метода. Физическое подобие. Критерии подобия. Примеры физических моделей: теплоперенос через ограждение и в теплообменном аппарате, разветвленная электрическая цепь, линии электропередач.

3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Основные понятия математического моделирования. Классификация моделей.

Методика построения математических моделей. Пример получения математической модели.

Компьютерное моделирование и вычислительный эксперимент.

Решение математических моделей. Численные методы решения нелинейных уравнений.

4. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Сущность имитационного моделирования. Достоинства и недостатки имитационного моделирования. Условия использования.

Статистическое имитационное моделирование.

Случайные события, случайные величины. Их законы распределения и числовые характеристики.

Генерация случайных чисел на ЭВМ. Метод Монте-Карло.

5. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Постановка задачи оптимизации. Этапы решения задачи оптимизации. Критерий оптимальности, ограничения, граничные условия. Входные, выходные и управляющие параметры. Целевая функция. Экстремум функций. Виды задач оптимизации. Классификация методов оптимизации.

Понятие о теоретических и экспериментальных методах оптимизации. Понятие о планировании эксперимента. Однофакторный и многофакторный эксперимент.

Поисковые методы оптимизации. Методы пассивного поиска. Методы последовательного поиска. Методы, использующие информацию о производных целевой функции.

6. МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ АНАЛИТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ ОПТИМИЗАЦИИ

Область допустимых решений. Аналитические методы безусловной оптимизации целевой функции одной и многих переменных. Решение задач оптимизации аналитическими методами.

7. ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Виды задач и формы задач линейного программирования. Симплексный метод решения задач линейного программирования и его сущность.

8. НЕЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Задачи нелинейного программирования, виды и формы записи. Геометрический метод решения двухфакторных задач оптимизации. Постановка задачи динамического программирования.

9. ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛООБМЕННИКОВ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Характеристики теплообменников. Параметры оптимизации. Применимые методы оптимизации. Примеры решения оптимизационных задач.

Параметры электрических цепей. Применимые методы оптимизации. Примеры решения оптимизационных задач.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Для очной формы обучения

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСРС	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение	2	4					
2	Физическое моделирование	2	2					Устный опрос, проверка отчетов
3	Математическое моделирование	2	4					Заслушивание докладов, демонстрация презентаций, проверка карточек, отчетов
4	Имитационное моделирование	2	4					Заслушивание докладов, демонстрация презентаций, проверка отчетов
5	Методы оптимизации	2	2					Заслушивание докладов, демонстрация презентаций, проверка отчетов
6	Методика решения задач аналитическими методами оптимизации	2	2					Заслушивание докладов, демонстрация презентаций, проверка отчетов
7	Линейное программирование	2	4					Заслушивание докладов, демонстрация презентаций, проверка отчетов
8	Нелинейное программирование	2	8					Заслушивание докладов, демонстрация презентаций, проверка отчетов
9	Оптимизация параметров теплообменников и электрических цепей	2	4					

Для заочной формы обучения

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСРС	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение	1						
2	Физическое моделирование	1						Устный опрос, проверка отчетов
3	Математическое моделирование							Заслушивание докладов, демонстрация презентаций, проверка карточек, отчетов
4	Имитационное моделирование	2	4					Заслушивание докладов, демонстрация презентаций, проверка отчетов
5	Методы оптимизации							Заслушивание докладов, демонстрация презентаций, проверка отчетов
6	Методика решения задач аналитическими методами оптимизации							Заслушивание докладов, демонстрация презентаций, проверка отчетов
7	Линейное программирование							Заслушивание докладов, демонстрация презентаций, проверка отчетов
8	Нелинейное программирование		4					Заслушивание докладов, демонстрация презентаций, проверка отчетов
9	Оптимизация параметров теплообменников и электрических цепей							

Практические занятия, их содержание и объем в часах

Порядковый № темы в курсе	НАИМЕНОВАНИЕ ТЕМЫ И СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИЙ	Число часов	
		очная	заочная
1	Идентификация технической системы	4	
2	Виртуальная лаборатория по исследованию LCR-цепи	2	

3	Моделирование динамики двигателя переменного тока	4	
4	Имитационное моделирование систем электропривода	4	4
5	Экстремум функции одной переменной аналитическим и численным методами	2	
6	Построение линий уровня целевой функции	2	
8	Решение задач методами нелинейного программирования (безусловная оптимизация)	4	2
8	Решение задач методами нелинейного программирования (условная оптимизация)	4	2
7	Линейное программирование	4	
9	Применение методов линейного программирования к задачам оптимизации	4	
	И Т О Г О	34	8

IV. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Литература

Основная

1. Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем: Учебник для вузов. – Мн.: ДизайнПРО, 2004. – 640 с.
2. Черных, И.В. Моделирование электротехнических устройств в MatLab, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК-пресс; Спб.: Питер, 2008. – 290 с.
3. Основы имитационного и статистического моделирования / Ю.С. Харин [и др.]. – Минск: ДизайнПРО, 1997. – 288 с.
4. Дьяконов, В.П. MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6[®] в математике и моделировании. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 576 с.
5. Гончаров, В.А. Методы оптимизации: учебное пособие / В.А. Гончаров. – М.: Издательство Юрайт; Высшее образование, 2010. – 191 с.
6. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах: Учеб. пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. – 2-е изд., исправл. с М.: Высш. шк., 2005. – 544 с.

Дополнительная литература

7. Акулич, И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах: Учеб. пособие / И. Л. Акулич. - М.: Высш. шк., 1986.
8. Аттеков А.В., Галкин С.В., В.С. Зарубин В.С. Методы оптимизации: Учеб. для вузов. / Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – 2-е изд., стереотип. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 440 с.
9. Банди Б. Методы оптимизации (вводный курс). - М.: Радио и связь, 1988.
10. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. - М.: Наука, 1980.
11. Карманов В.Г. Математическое программирование. – М.: «Наука», 1975.
12. Методы оптимизации: Метод. указания и задания к практическим занятиям / Сост. С.И. Смуров, Т.В. Сокольская, В.А. Бобкова. – Иваново: ИХТИ, 1990. – 72 с.
13. Моисеев Н.Н. и др. Методы оптимизации. - М. : «Наука», 1978.
14. Моисеев Н.Н. Элементы теории оптимальных систем. - М.: «Наука», 1975.
15. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах: Учеб. пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. – 2-е изд., исправл. – М.: Высш. шк., 2005. – 544 с.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА И СРЕДСТВАМ ДИАГНОСТИКИ

В вузовской системе управления качеством образования (системе менеджмента качества по СТБ ИСО 9001:2001) осуществляется мониторинг, измерения, контроль качества.

Для аттестации студентов и выпускников на соответствие их персональным знаниям и умениям поэтапным или конечным требованиям стандарта создаются фонды оценочных средств и технологий, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и др.

Оценка знаний студента на курсовых экзаменах, при защите лабораторных и практических работ производится по 10-балльной шкале. Для оценки знаний и компетентности студентов используются критерии, утвержденные Министерством образования Республики Беларусь.

Для контроля качества образования, в том числе применения компьютерного тестирования используются следующие средства диагностики:

- типовые задания;
- тесты по отдельным разделам и дисциплине в целом;
- письменные контрольные работы;
- устный опрос во время занятий;
- составление рефератов по отдельным разделам дисциплины;
- выступления студентов на семинарах;
- экзамен.

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
Согласование с другими дисциплинами не требуется.			

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на ____/____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (название кафедры) (протокол № ____ от _____ 202_ г.)

Заведующий кафедрой

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О.Фамилия)

