

Министерство образования Республики Беларусь

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Международный государственный экологический университет
имени А.Д. Сахарова»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
МГЭУ им. А.Д. Сахарова

О.И. РОДЬКИН

«20» июня 2012 г.

Регистрационный № УД-229-12/р.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И УСТРОЙСТВ

Учебная программа для специальности

1 – 43 01 06 Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент

Факультет мониторинга окружающей среды

Кафедра энергоэффективных технологий

Курс 5

Семестр 9

Лекции, часов 36,8*

Практические занятия, часов 34,8*

Всего аудиторных часов по дисциплине, часов 70

Всего часов по дисциплине 109

Зачет 9 семестр

Форма получения высшего образования – очная, *заочная**

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

Е.С.Якубовская, старший преподаватель кафедры энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова»

Минск 2012

Учебная программа составлена на основе учебной программы по дисциплине «Моделирование и оптимизация энергетических процессов и устройств» №УД 184-12 /баз, утв. 20.06.2012 г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению в качестве рабочего варианта на заседании кафедры энергоэффективных технологий учреждения высшего образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова» (протокол № от 27 апреля 2012 г.)

Заведующий кафедрой



В.А. Пашинский

Одобрена и рекомендована к утверждению методической комиссией факультета мониторинга окружающей среды учреждения высшего образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова» (протокол № от 19.04 2012 г.)

Председатель



В.И. Зеленков

Согласовано
Декан факультета МОС
Н.В. Пушкарёв

27.04.2012г.

I. Пояснительная записка

Учебная программа по дисциплине «Моделирование и оптимизация энергетических процессов и устройств» составлена на основе образовательного стандарта и учебного плана специальности 1 – 43 01 06 «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент».

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 и устройств» 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.

Подготовка специалиста в рамках дисциплины «Моделирование и оптимизация энергетических процессов и устройств» должна обеспечить формирование следующих групп компетенций:

академических, включающих

- овладение базовыми научно-теоретическими знаниями и умение применять их для решения теоретических и практических задач в области анализа, моделирования и оптимизации параметров энергетических процессов и устройств;
- овладение методами моделирования и оптимизации технических систем, в том числе с помощью компьютерных пакетов программ;
- способность и умение учиться;

социально-личностных, включающих культурно-ценностные ориентации, знание идеологических, нравственных ценностей общества и государства и умение следовать им;

профессиональных, включающих способность

- идентифицировать различные энергетические процессы и устройства;

- предлагать варианты моделей энергетических процессов и устройств для исследования их свойств;
- оптимизировать параметры энергетических процессов и устройств;
- использовать компьютерные программы для моделирования и оптимизации параметров энергетических процессов и устройств.

Для формирования современных и социально-профессиональных компетенций будущего специалиста в практику проведения занятий целесообразно внедрять методики и технологии активного обучения, которые способствуют вовлечению студентов в поиск и управление знаниями, приобретению опыта самостоятельного решения разнообразных задач.

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

По дисциплине разрабатывается учебно-методический комплекс (УМК) с материалами, помогающими студенту в организации самостоятельной работы, включающий:

- учебную программу дисциплины;
- учебную литературу (учебник, учебное пособие, курс лекций, задачник, руководство по выполнению лабораторных работ и справочник);
- задания для самостоятельной работы студентов, тренажеры;
- методические указания по самостоятельной работе.

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 теплопереноса;
- использовать возможности прикладных пакетов по моделированию, обработке, анализу и представлению данных.

Студент должен иметь представление об оптимальной технической системе, критериях оптимальности, особенностях синтеза технических систем при случайных воздействиях.

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.

В соответствии с учебным планом дисциплина «Моделирование и оптимизация энергетических процессов и устройств» изучается в объеме 109 часов, в т.ч. 70 аудиторных часов. Из них 36 часов лекций и 34 часа практических занятий.

II. Содержание учебного материала

Наименование тем, их содержание, объем в часах лекционных занятий

Порядковый № темы	Наименование раздела и темы	Число часов
1	2	3
1	<i>Введение</i> Понятия: модель, моделирование, оптимизация. Место моделирования и оптимизации в процессе проектирования установок и технических систем. Виды моделирования, их преимущества и недостатки. Классификация моделей.	2
2	<i>Физическое моделирование</i> Физическая модель. Условия применения метода. Физическое подобие. Критерии подобия. Примеры физических моделей: теплоперенос через ограждение и в теплообменном аппарате, разветвленная электрическая цепь.	4
3	<i>Математическое моделирование</i> Методика построения математических моделей и их исследование на ЭВМ. Основные виды математических моделей. Состав математического описания модели. Физическое подобие. Числа подобия. Аналогия. Вычислительный эксперимент. Примеры математических моделей: теплообменные аппараты жидкость-жидкость, жидкость-газ, с двухфазными потоками, электрическая цепь с активной и реактивной нагрузкой.	6
4	<i>Имитационное моделирование</i> Использование численных методов для решения задач энергопереноса. Сеточное представление функций. Численные методы решения уравнений в частных производных.	4
5	<i>Методы оптимизации</i> Понятие о теоретических и экспериментальных методах оптимизации. Понятие о планировании эксперимента. Поисковые методы оптимизации. Входные, выходные и управляющие параметры. Целевая функция. Экстремум функций. Постановка задачи оптимизации, критерий оптимальности, ограничения, граничные условия. Этапы решения задач оптимизации, виды задач оптимизации.	4
6	<i>Методика решения задач аналитическими методами оптимизации</i> Область допустимых решений. Аналитические методы безусловной оптимизации целевой функции одной и многих переменных. Решение задач оптимизации аналитическими методами.	4

7	Линейное программирование Виды задач и формы задач линейного программирования. Симплексный метод решения задач линейного программирования и его сущность.	4
8	Нелинейное программирование Задачи нелинейного программирования, виды и формы записи. Геометрический метод решения двухфакторных задач оптимизации. Постановка задачи динамического программирования.	4
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.	4
	Итого:	36

Практические занятия, их содержание и объем в часах

Порядковый № темы в курсе	№ темы в типовой программе	Наименование раздела и темы	Число часов
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
5		Экстремум функции одной переменной аналитическим и численными методами	2
6		Построение линий уровня целевой функции	2
8		Решение задач методами нелинейного программирования (безусловная оптимизация)	4
8		Решение задач методами нелинейного программирования (условная оптимизация)	4
7		Линейное программирование	4
9		Применение методов линейного программирования к задачам оптимизации	4
		Итого:	34

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер модуля, занятия	Наименование модуля, занятия; перечень основных (базовых) вопросов	Количество аудиторных часов					Материальное обеспечение занятия	Литература	Форма контроля знаний
		Всего на модуль, занятия	Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа студентов			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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	2		-	-	Компьютер и	[1-6]	-
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.	8	4	4	-	-	Компьютер и	[1-6]	Заслушивание докладов, демонстрация презентаций
3	Математическое моделирование Методика построения математических моделей и их исследование на ЭВМ. Основные виды математических моделей. Состав математического описания модели. Физическое подобие. Числа подобия. Аналогия. Вычислительный эксперимент. Примеры математических моделей:	10	6	4	-	-	Компьютер и	[1-6]	Заслушивание докладов, демонстрация презентаций

	теплообменные аппараты жидкость-жидкость, жидкость-газ, с двухфазными потоками, электрическая цепь с активной и реактивной нагрузкой.								
4	Имитационное моделирование Использование численных методов для решения задач энергопереноса. Сеточное представление функций. Численные методы решения уравнений в частных производных.	6	4	2	-	-	Компьютеры	[1-6]	Проверка карт очек, отчетов
5	Методы оптимизации Понятие о теоретических и экспериментальных методах оптимизации. Понятие о планировании эксперимента. Поиск методы оптимизации. Входные, выходные и управляющие параметры. Целевая функция. Экстремум функций. Постановка задачи оптимизации, критерий оптимальности, ограничения, граничные условия. Этапы решения задач оптимизации, виды задач оптимизации.	6	4	2	-	-	Компьютеры	[1-6]	Проверка карт очек, отчетов
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	6	4	2	-	-	Компьютеры	[1-6]	Проверка карт очек, отчетов
7	Линейное программирование Виды задач и формы задач линейного программирования. Симплексный метод	12	4	8	-	-	Компьютеры	[1-6]	Проверка карт очек, отчетов

	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	12	4	8	-	-	Компьютер и	[1-6]	Проверка карточек, отчетов
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.	8	4	4	-	-	Компьютер и	[1-6]	Проверка карточек, отчетов

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. – М.: Высш. шк., 2005. – 544 с.

Дополнительная

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.

ГЛОССАРИЙ

Объект в теории планирования эксперимента – то, на что направлена человеческая деятельность.

Модель объекта-оригинала – другой объект-модель, отражающий необходимый набор свойств объекта-оригинала.

Моделирование – замещение одного объекта другим с целью получения информации о важнейших свойствах объекта-оригинала с помощью объекта модели. Моделирование в технических задачах – это процесс создания объектов-моделей, адекватно отражающих необходимые свойства объектов-оригиналов и воздействий на них, и исследование этих моделей с целью поиска эффективных решений для объектов-оригиналов.

Оптимальный объект – объект, который выполняет свои функции наилучшим образом в определенном смысле.

Оптимизация объекта – поиск значений факторов, обеспечивающих наилучшее функционирование объекта.

Идентификация объекта – поиск математического описания объекта на основании совместного анализа воздействий на объект и реакции объекта на эти воздействия.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Номер модуля, занятия	Наименование модуля, занятия; перечень основных (базовых) вопросов	Количество аудиторных часов					Материальное обеспечение занятия	Литература	Форма контроля знаний
		Всего на модуль, занятие	Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа студентов			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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.	1	1	-	-	-	Комп ьютер	[1- 6]	-
2	Физическое моделирование Физическая модель. Условия применения метода. Физическое подобие. Критерии подобия.	1	1	-	-	-	Комп ьютер	[1- 6]	Заслу шиван ие докла дов, демон страц ия презен таций
3	Математическое моделирование Методика построения математических моделей и их исследование на ЭВМ. Основные виды математических моделей. Состав математического описания модели. Вычислительный эксперимент.	1	1		-	-	Комп ьютер	[1- 6]	Заслу шиван ие докла дов, демон страц ия презен таций
4	Идентификация технической системы	2		2			Комп ьютер	[1- 6]	Провер ка карточе к, отчетов

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	Виртуальная лаборатория по исследованию LCR-цепи	2		2			Компьютер	[1-6]	Проверка карточек, отчетов
6	Имитационное моделирование Использование численных методов для решения задач энергопереноса. Сеточное представление функций. Численные методы решения уравнений в частных производных.	1	1		-	-	Компьютер и	[1-6]	Заслушивание докладов
7	Имитационное моделирование систем электропривода	2		2			Компьютер	[1-6]	Проверка карточек, отчетов
8	Методы оптимизации Понятие о теоретических и экспериментальных методах оптимизации. Понятие о планировании эксперимента. Поисковые методы оптимизации. Входные, выходные и управляющие параметры. Целевая функция. Экстремум функций. Постановка задачи оптимизации, критерий оптимальности, ограничения, граничные условия.	2	2		-	-	Компьютер	[1-6]	Заслушивание докладов
9	Методика решения задач аналитическими методами оптимизации Область допустимых решений. Аналитические методы безусловной оптимизации целевой функции одной и многих переменных. Решение задач оптимизации аналитическими методами	2	2	-	-	-	Компьютер и	[1-6]	Заслушивание докладов
10	Экстремум функции одной переменной аналитическим и численными методами	2		2			Компьютер	[1-6]	Проверка карточек, отчетов
Итого:		16	8	8					

5. Протокол согласования рабочей программы с другими дисциплинами специальности

Название дисциплины, изучение которой связано с дисциплиной рабочей программы	Кафедра, обеспечивающая изучение этой дисциплины	Предложения кафедры об изменениях в содержании рабочей программы	Решение кафедры, разрабатывавшей рабочую программу (с указанием даты и номера протокола)
Математика	Кафедра физики и математики	Программа согласована	Протокол № 3 от 27 октября 2011 г
Энергопотребление в зданиях и сооружениях	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласована	Протокол № 3 от 27 октября 2011 г
Производство, транспорт и потребление тепловой энергии	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласована	Протокол № 3 от 27 октября 2011 г
Производство, транспорт и потребление электроэнергии	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласована	Протокол № 3 от 27 октября 2011 г
Теплопередача	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласована	

Согласовано:

Зав. кафедрой физики и математики
Зав. кафедрой энергоэффективных технологий

В.Ф. Малишевский
В.А. Пашинский