

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИИЭ

 Матвеев А.С.
 «30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2018 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная

Математическое моделирование и методы оптимизации			
Направление подготовки/ специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Инженерия теплоэнергетики и теплотехники		
Специализация	Тепловые электрические станции		
Уровень образования	Бакалавр		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	-	
	Лабораторные занятия	8	
	ВСЕГО	16	
Самостоятельная работа, ч		92 (КР-52 ч)	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной
 аттестации

Экзамен, Диф. зачет (КР)	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н.Бутакова
---	---------------------------------	-----------------------------

Заведующий кафедрой- руководитель
 НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры
 Руководитель ООП
 Преподаватель

	Заворин А.С.
	Антонова А.М.
	Ромашова О.Ю.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК(У)-3	Способен вести инженерную деятельность, разрабатывать, оформлять и использовать техническую проектную и эксплуатационную документацию в соответствии с требованиями действующих нормативных документов	И.ОПК(У)-3.3	Демонстрирует умение моделировать физические процессы и проводить оптимизацию параметров	ОПК(У)-3.3В1	Владеет опытом использования методов математического моделирования и оптимизации процессов в оборудовании ТЭС
				ОПК(У)-3.3У1	Умеет разрабатывать математические модели физических процессов в оборудовании ТЭС
				ОПК(У)-3.3З1	Знает методы математического описания физических процессов в оборудовании ТЭС, виды математических моделей и методы оптимизации

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части, модуль направления подготовки Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД1	Знать математические методы моделирования и оптимизации теплоэнергетических установок и систем	ОПК(У)-3
РД2	Применять навыки математического моделирования и выбора оптимальных решений в комплексной инженерной деятельности по производству тепловой и электрической энергии	ОПК(У)-3
РД3	Владеть опытом использования прикладных программ при оптимизации схем и параметров энергетических установок	ОПК(У)-3

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. <i>Математическое моделирование объектов оптимизации</i>	РД3	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10
Раздел (модуль) 2. <i>Методы</i>	РД1	Лекции	2

<i>одномерной оптимизации</i>		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10
Раздел (модуль) 3. Методы многомерной безусловной оптимизации	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10
Раздел (модуль) 4. Задачи и методы оптимизации с ограничениями	РД2	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Раздел 1. Математическое моделирование объектов оптимизации

Понятие математической модели (ММ). Классификация ММ. Этапы разработки ММ. Особенности моделирования теплоэнергетических процессов и объектов. Существующие способы построения ММ и программ расчета теплоэнергетических установок. Определение термодинамических и теплофизических свойств воды и водяного пара с помощью ПЭВМ. Численные методы решения нелинейных уравнений. Аппроксимация функций. Численное интегрирование и дифференцирование функций. Роль математических методов в решении инженерных задач. Примеры численного моделирования схем и оборудования ТЭС

Названия лабораторных работ:

1. Моделирование термодинамических процессов в циклах тепловых и атомных электростанций

Раздел 2. Методы одномерной оптимизации

Общая формулировка оптимизационной задачи. Целевая функция. Оптимизируемые параметры. Ограничения. Классификация задач и методов оптимизации. Необходимые и достаточные условия минимума дифференцируемой функции. Теорема Вейерштрасса. Стратегия поиска. «Удачная» тройка чисел. Унимодальные функции. Выпуклые функции. Классификация численных методов одномерной минимизации. Метод перебора. Метод поразрядного поиска. Методы исключения отрезков: методы дихотомии, Фибоначчи и «золотого» сечения. Метод парабол. Сравнение методов. Графическая иллюстрация методов и алгоритмы расчета. Примеры решения задач

Названия лабораторных работ:

- Оптимизация диаметра трубопровода

Раздел 3. Методы многомерной безусловной оптимизации

Графическое представление целевой функции. Линии уровня целевой функции. Дифференцирование функций многих переменных. Градиент целевой функции. Матрица Гессе целевой функции. Необходимое и достаточное условия существования минимума функции многих переменных. Классификация численных методов многомерной безусловной минимизации. Методы спуска. Оптимальная стратегия поиска. Возможные и приемлемые направления. Модельная схема решения задачи методом спуска. Гарантия спуска при перемещении из одной точки в другую. Сходимость модельной схемы. Вычисление длины шага. Вычисление направления поиска. Численное дифференцирование в расчетах градиента.

Метод координатного спуска и его варианты. Графическая интерпретация метода, его достоинства и недостатки, область приложения. Алгоритм метода координатного спуска и его особенности для некоторого вида функций.

Градиентный метод. Графическая интерпретация градиентного метода. Шаг и направление спуска. Алгоритм градиентного метода. Сходимость метода.

Метод наискорейшего спуска. Графическая интерпретация. Шаг и направление спуска. Алгоритм метода. Сходимость.

Приложения методов градиентного спуска к задачам выбора оптимальных параметров ТЭС.

Названия лабораторных работ:

1. Градиентный метод в задачах оптимизации параметров ПТУ.

Раздел 4. Задачи и методы оптимизации с ограничениями

Основные разделы математического программирования. Классические задачи математического программирования: транспортная задача, задача о режиме работы энергосистемы. Виды ограничений. Задачи линейного программирования. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования. Симплексный метод. Нелинейные задачи с ограничениями. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Методы штрафных и барьерных функций. Дискретное и целочисленное программирование. Основы метода динамического программирования. Геометрическая интерпретация методов и алгоритмы расчета. Использование методов целочисленного программирования в задачах сетевого планирования и оптимального резервирования энергетического оборудования. Применение метода динамического программирования в задачах оптимизации режимов ТЭС

Названия лабораторных работ:

1. Транспортная задача.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям
- Выполнение курсового проекта
- Подготовка к контрольной работе, защите КП и экзамену

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Пантелеев, Андрей Владимирович Методы оптимизации в примерах и задачах : учебное пособие для вузов / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. — 3-е изд., стер.. — Москва: Высшая школа, 2008. — 544 с.: ил.. — Прикладная математика для ВТУЗов. — Библиогр.: с. 543-544.. — ISBN 978-5-06-004137-8.
2. Турчак, Леонид Иванович Основы численных методов : учебное пособие / Л. И. Турчак, П. В. Плотников. — 2-е изд., перераб. и доп.. — Москва: Физматлит, 2005. — 304 с.. — Библиогр.: с. 290-292. — Предм. указ.: с. 293-300.. — ISBN 5-9221-0153-6.
3. Лесин, Виктор Васильевич Основы методов оптимизации : учеб.пособие / В.В. Лесин, Ю.П. Лисовец. — Москва: Лань, 2011. — 341, [10] с.: ил., табл.. — Учебники для вузов. Специальная литература. — ISBN 978-5-8114-1217-4.

Дополнительная литература:

1. Струченков, Валерий Иванович Методы оптимизации. Основы теории, задачи, обучающие компьютерные программы : учебное пособие / В. И. Струченков. — Москва: Экзамен, 2005. — 256 с.: ил.. — Учебное пособие для вузов. — Библиогр.: с. 254-255.. — ISBN 5-472-00465-9.
2. Гапоненко, Александр Макарович Проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебное пособие / А. М. Гапоненко, В. Х. Шетов. — Краснодар: Юг, 2011. — 464 с.. — Библиогр.: с. 459-463.. — ISBN 978-5-91718-144-8.
3. Голдаев, Сергей Васильевич Надежность и оптимизация систем теплоэнергоснабжения промпредприятий : учебное пособие / С. В. Голдаев; Томский политехнический университет (ТПУ) ; Институт дистанционного образования. — Томск: Изд-во ТПУ, 2007. — 168 с.: ил.. — Библиогр.: с. 164-166.
4. Гартман, Томаш Николаевич Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов : учебное пособие / Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. — Москва: Академкнига, 2006. — 416 с.: ил.. — Учебное пособие для вузов. — Библиогр.: с. 413-415.. — ISBN 5-94628-268-9.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. <http://mdl.lcg.tpu.ru:82/course/view.php?id=667> – дополнительная среда дистанционного обучения по сети Интернет на платформе MOODLE. Курс «Компьютерное проектирование оборудования отрасли».
2. http://www.plm.automation.siemens.com/ru_ru/ – Siemens PLM Software - ведущий мировой поставщик программного обеспечения по управлению жизненным циклом изделия (PLM). Мы помогаем тысячам предприятий выпускать отличные изделия благодаря оптимизации процессов жизненного цикла — от замысла и разработки до изготовления и технической поддержки.
3. <http://www.sapr.ru/> – Web – сервер журнала САПР и графика.
4. <http://www.intuit.ru/> – Интернет-Университет Информационных Технологий.
5. <http://citforum.ru/> – Цитфорум. Новости, статьи, рассылки, форумы по темам IT-консалтинг, SoftwareEngineering, Программирование, СУБД, Безопасность, Internet, Сети, Операционные системы, Hardware.
6. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>;
7. Сайт специальности «Тепловые электрические станции» <http://www.03-ts.ru/>;
8. Электронно-библиотечная система ТПУ <http://catalog.lib.tpu.ru/>;

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Microsoft Office Standard 16 Академическая лицензия.
2. ПК MathCAD – Академическая лицензия.
3. ПК Matlab – Академическая лицензия.
4. RSCAD – Академическая лицензия.
5. ПК RastrWin – Академическая лицензия.
6. ПТК RTDS – Академическая лицензия.
7. ВМК реального времени – Собственная лицензированная разработка ТПУ.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 31	Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Стол письменный - 1 шт.; Компьютер - 16 шт.; Телевизор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 101А	Анеометр АТТ-1002 - 1 шт.; Измеритель двухканальный ТРМ 200 - 2 шт.; Верстак слесарный 109-13 - 2 шт.; Частотомер GFC-813Н - 1 шт.; Мультимонитор РНТ-027М (рН метр, кондуктометр) - 2 шт.; Манометр ДМ5001Е-4кгс/см ² - 2 шт.; Виброметр -К1 - 1 шт.; Виброизмерительный прибор "Опал" - 1 шт.; Сварочный аппарат - 1 шт.; Микроскоп - 1 шт.; Измеритель влажн. НТ-3004 - 1 шт.; Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Стол письменный - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 11 посадочных мест; Компьютер - 12 шт.; Телевизор - 2 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 301	Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

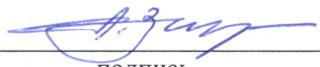
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника специализация «Тепловые электрические станции» (приема 2018 г., заочная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова		Ромашова О.Ю.

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол № 11 от 19.06.2018 г.).

Заведующий кафедрой- руководитель НОЦ И.Н. Бутакова
на правах кафедры
д.т.н., профессор

 /А.С. Заворин/
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)
2019/2020 уч. год	Внесены изменения в раздел Учебно-методическое, информационное обеспечение дисциплины и материально-техническое обеспечение дисциплины	протокол № 29 от 30.05.2019
2020/2021 учебный год	Изменена форма документов основных образовательных программ, в том числе УМК дисциплин	Приказ по ТПУ №127-7/об от 06.05.2020
2020/2021 учебный год	Внесены изменения в разделы учебно-методическое, информационное, программное обеспечение дисциплины и материально-техническое обеспечение дисциплины	№ 44 от 26.06.2020 г.