

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Вятский государственный университет»
(ВятГУ)
г. Киров

Утверждаю
Директор/Декан Фоминых А. А.



Номер регистрации
РПД_3-13.03.01.01_2019_100493
Актуализировано: 31.03.2021

Рабочая программа дисциплины
Использование численных методов для решения теплотехнических задач

	наименование дисциплины
Квалификация выпускника	Бакалавр
Направление подготовки	13.03.01 шифр
	Теплоэнергетика и теплотехника наименование
Направленность (профиль)	3-13.03.01.01 шифр
	Промышленная теплоэнергетика наименование
Формы обучения	Заочная, Очная наименование
Кафедра-разработчик	Кафедра теплотехники и гидравлики (ОРУ) наименование
Выпускающая кафедра	Кафедра теплотехники и гидравлики (ОРУ) наименование

Сведения о разработчиках рабочей программы дисциплины

Татарина Наталья Владимировна

ФИО

Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины	Формирование у студентов основополагающих знаний и умений в области современных математических методов проведения численного моделирования с целью анализа работы и дальнейшего совершенствования теплоэнергетического и теплотехнологического оборудования, развитие навыков и умения творческого использования основных численных методов решения практических инженерных задач.
Задачи дисциплины	Научиться использовать простейшие численные методы как доступный инструмент для определения теплофизических свойств реальных газов, паров и газовых смесей; осуществления расчета термодинамических процессов. Выработать практические умения и навыки в определении параметров рабочего тела и термодинамической эффективности теплоэнергетических установок и систем. Познакомиться со сложными математическими моделями, учитывать преимущества и недостатки методов математического моделирования.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция ПК-2

Способен рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности		
Знает	Умеет	Владеет
типичные численные методы расчетов режимов работы объектов профессиональной деятельности	проводить расчеты численными методами с использованием типовых методик	навыками расчетов режимов работы оборудования по типовым методикам с использованием компьютерных программ

Структура дисциплины
Тематический план

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Шифр формируемых компетенций
1	Численные методы как средство решения инженерных задач	ПК-2
2	Численные методы обработки экспериментальных данных и теплотехнических таблиц	ПК-2
3	Математическое моделирование и алгоритмизация теплотехнических задач	ПК-2
4	Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	ПК-2

Формы промежуточной аттестации

Зачет	3, 4 семестр (Очная форма обучения) 5 семестр (Заочная форма обучения)
Экзамен	Не предусмотрен (Очная форма обучения) Не предусмотрен (Заочная форма обучения)
Курсовая работа	Не предусмотрена (Очная форма обучения) Не предусмотрена (Заочная форма обучения)
Курсовой проект	Не предусмотрена (Очная форма обучения) Не предусмотрена (Заочная форма обучения)

Трудоемкость дисциплины

Форма обучения	Курсы	Семестры	Общий объем (трудоемкость)		Контактная работа, час	в том числе аудиторная контактная работа обучающихся с преподавателем, час				Самостоятельная работа, час	Курсовая работа (проект), семестр	Зачет, семестр	Экзамен, семестр
			Часов	ЗЕТ		Всего	Лекции	Семинарские, практические занятия	Лабораторные занятия				
Очная форма обучения	2	3, 4	144	4	91.5	52	16	0	36	52.5		3, 4	
Заочная форма обучения	2, 3	4, 5	144	4	14.5	14	6	0	8	129.5		5	

Содержание дисциплины

Очная форма обучения

Код занятия	Наименование тем занятий	Трудоемкость, академических часов
Раздел 1 «Численные методы как средство решения инженерных задач»		9.00
Лекции		
Л1.1	Введение. Цель, задачи и содержание курса. Особенности решения теплотехнических задач численными методами. Современные тенденции развития компьютерных и информационных технологий	1.00
Л1.2	Основы теории погрешностей	1.00
Самостоятельная работа		
С1.1	Изучение материала раздела	4.00
Контактная внеаудиторная работа		
КВР1.1	Контактная внеаудиторная работа	3.00
Раздел 2 «Численные методы обработки экспериментальных данных и теплотехнических таблиц»		26.00
Лекции		
Л2.1	Подбор эмпирических формул. Определение параметров эмпирической зависимости. Метод наименьших квадратов. Численные методы аппроксимации результатов теплотехнического эксперимента. Примеры задач по специальности	2.00
Л2.2	Методы интерполяции теплотехнических справочных данных. Использование интерполяционных формул Ньютона, Лагранжа	2.00
Лабораторные занятия		
Р2.1	Эмпирические зависимости. Метод наименьших квадратов	4.00
Р2.2	Интерполяция. Обработка экспериментальных данных методами Лагранжа и Ньютона. Решение инженерных задач по автоматизации табличных функций в Excel	4.00
Самостоятельная работа		
С2.1	Изучение материала раздела	4.00
С2.2	Подготовка к лабораторным занятиям	4.00
Контактная внеаудиторная работа		
КВР2.1	Контактная внеаудиторная работа	6.00
Раздел 3 «Математическое моделирование и алгоритмизация теплотехнических задач»		101.00
Лекции		
Л3.1	Общая характеристика методов моделирования теплотехнологических процессов и аппаратов. Форма и принципы представления, процесс создания математической модели. Вычислительный эксперимент	2.00

ЛЗ.2	Методы поиска решений нелинейных уравнений (метод половинного деления, метод хорд, метод касательных, метод простых итераций), описывающих теплотехнические процессы. Математическое моделирование теплофизических свойств теплоносителей на ЭВМ.	2.00
ЛЗ.3	Методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Принципы построения балансовых уравнений на примере расчета элементов тепловой схемы ТЭС	2.00
ЛЗ.4	Методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений. Метод последовательных приближений при решении задач теплообмена (на примере расчета принципиальной тепловой схемы турбоустановки)	2.00
ЛЗ.5	Методы численного интегрирования. Оценка погрешности численного интегрирования. Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.	2.00
Лабораторные занятия		
РЗ.1	Приближенное решение уравнений. Отделение корней. Примеры задач по специальности.	4.00
РЗ.2	Численные методы решения нелинейных уравнений на примере расчета элементов паротурбинной установки с системой регенерации	8.00
РЗ.3	Моделирование и расчет переменных режимов работы паротурбинной установки (исследование эффективности некоторых способов получения пиковой мощности на теплофикационных турбоустановках, исследование некоторых способов снижения электрической мощности на теплофикационных турбоустановках)	8.00
РЗ.4	Применение математических моделей для исследования режимов работы теплотехнического оборудования (исследование эффективности перехода с двухступенчатого на одноступенчатый подогрев сетевой воды)	4.00
РЗ.5	Численные методы расчета сложных тепловых схем. Исследование эффективности работы различных элементов системы регенерации на переменных режимах.	4.00
Самостоятельная работа		
СЗ.1	Изучение материала раздела	12.00
СЗ.2	Подготовка к лабораторным работам	5.00
СЗ.3	Подготовка к лабораторным работам	16.50
Контактная внеаудиторная работа		
КВРЗ.1	Контактная внеаудиторная работа	6.00
КВРЗ.2	Контактная внеаудиторная работа	23.50
Раздел 4 «Подготовка и прохождение промежуточной аттестации»		8.00
34.1	Подготовка к сдаче зачета	3.50
34.2	Подготовка к сдаче зачета	3.50

КВР4.1	Сдача зачета	0.50
КВР4.2	Сдача зачета	0.50
ИТОГО		144.00

Заочная форма обучения

Код занятия	Наименование тем занятий	Трудоемкость, академических часов
Раздел 1 «Численные методы как средство решения инженерных задач»		6.00
Лекции		
Л1.1	Введение. Цель, задачи и содержание курса. Особенности решения теплотехнических задач численными методами. Современные тенденции развития компьютерных и информационных технологий	1.00
Л1.2	Основы теории погрешностей	1.00
Самостоятельная работа		
С1.1	Изучение материала раздела	4.00
Контактная внеаудиторная работа		
КВР1.1	Контактная внеаудиторная работа	
Раздел 2 «Численные методы обработки экспериментальных данных и теплотехнических таблиц»		10.00
Лекции		
Л2.1	Подбор эмпирических формул. Определение параметров эмпирической зависимости. Метод наименьших квадратов. Численные методы аппроксимации результатов теплотехнического эксперимента. Примеры задач по специальности	
Л2.2	Методы интерполяции теплотехнических справочных данных. Использование интерполяционных формул Ньютона, Лагранжа	
Лабораторные занятия		
Р2.1	Эмпирические зависимости. Метод наименьших квадратов	
Р2.2	Интерполяция. Обработка экспериментальных данных методами Лагранжа и Ньютона. Решение инженерных задач по автоматизации табличных функций в Excel	
Самостоятельная работа		
С2.1	Изучение материала раздела	10.00
С2.2	Подготовка к лабораторным занятиям	
Контактная внеаудиторная работа		
КВР2.1	Контактная внеаудиторная работа	
Раздел 3 «Математическое моделирование и алгоритмизация теплотехнических задач»		124.00
Лекции		
Л3.1	Общая характеристика методов моделирования	2.00

	теплотехнологических процессов и аппаратов. Форма и принципы представления, процесс создания математической модели. Вычислительный эксперимент	
ЛЗ.2	Методы поиска решений нелинейных уравнений (метод половинного деления, метод хорд, метод касательных, метод простых итераций), описывающих теплотехнические процессы. Математическое моделирование теплофизических свойств теплоносителей на ЭВМ.	
ЛЗ.3	Методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Принципы построения балансовых уравнений на примере расчета элементов тепловой схемы ТЭС	
ЛЗ.4	Методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений. Метод последовательных приближений при решении задач теплообмена (на примере расчета принципиальной тепловой схемы турбоустановки)	2.00
ЛЗ.5	Методы численного интегрирования. Оценка погрешности численного интегрирования. Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.	
Лабораторные занятия		
РЗ.1	Приближенное решение уравнений. Отделение корней. Примеры задач по специальности.	
РЗ.2	Численные методы решения нелинейных уравнений на примере расчета элементов паротурбинной установки с системой регенерации	
РЗ.3	Моделирование и расчет переменных режимов работы паротурбинной установки (исследование эффективности некоторых способов получения пиковой мощности на теплофикационных турбоустановках, исследование некоторых способов снижения электрической мощности на теплофикационных турбоустановках)	8.00
РЗ.4	Применение математических моделей для исследования режимов работы теплотехнического оборудования (исследование эффективности перехода с двухступенчатого на одноступенчатый подогрев сетевой воды)	
РЗ.5	Численные методы расчета сложных тепловых схем. Исследование эффективности работы различных элементов системы регенерации на переменных режимах.	
Самостоятельная работа		
СЗ.1	Изучение материала раздела	20.00
СЗ.2	Подготовка к лабораторным работам	
СЗ.3	Подготовка к лабораторным работам	92.00
Контактная внеаудиторная работа		
КВРЗ.1	Контактная внеаудиторная работа	
КВРЗ.2	Контактная внеаудиторная работа	

Раздел 4 «Подготовка и прохождение промежуточной аттестации»		4.00
34.1	Подготовка к сдаче зачета	
34.2	Подготовка к сдаче зачета	3.50
КВР4.1	Сдача зачета	
КВР4.2	Сдача зачета	0.50
ИТОГО		144.00

Содержание дисциплины данной рабочей программы используется при обучении по индивидуальному учебному плану, при ускоренном обучении, при применении дистанционных образовательных технологий и электронном обучении (при наличии).

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие обучающегося на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной работы. Обучающийся обязан посещать лекции, семинарские, практические и лабораторные занятия (при их наличии), получать консультации преподавателя и выполнять самостоятельную работу.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, методических указаний и разработок, указанных в программе, особое внимание уделить целям, задачам, структуре и содержанию дисциплины.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Тематика лекций определяется настоящей рабочей программой дисциплины.

Лекции – это систематическое устное изложение учебного материала. На них обучающийся получает основной объем информации по каждой конкретной теме. Лекции обычно носят проблемный характер и нацелены на освещение наиболее трудных и дискуссионных вопросов.

Предполагается, что обучающиеся приходят на лекции, предварительно проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендованным программой. Часто обучающимся трудно разобраться с дискуссионными вопросами, дать однозначный ответ. Преподаватель, сравнивая различные точки зрения, излагает свой взгляд и нацеливает их на дальнейшие исследования и поиск научных решений. После лекции желательно вечером перечитать и закрепить полученную информацию, тогда эффективность ее усвоения значительно возрастает. При работе с конспектом лекции необходимо отметить материал, который вызывает затруднения для понимания, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю.

Целью семинарских занятий является проверка уровня понимания обучающимися вопросов, рассмотренных на лекциях и в учебной литературе.

Целью практических и лабораторных занятий является формирование у обучающихся умений и навыков применения теоретических знаний в реальной практике решения задач; восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса.

Семинарские, практические и лабораторные занятия в равной мере направлены на совершенствование индивидуальных навыков решения теоретических и прикладных задач, выработку навыков интеллектуальной работы, а также ведения дискуссий. Для успешного участия в семинарских, практических и лабораторных занятиях обучающемуся следует тщательно подготовиться.

Основной формой подготовки обучающихся к практическим (лабораторным) занятиям является самостоятельная работа с учебно-методическими материалами, научной литературой, статистическими данными и т.п.

Изучив конкретную тему, обучающийся может определить, насколько хорошо он в ней разобрался. Если какие-то моменты остались непонятными, целесообразно составить список вопросов и на занятии задать их преподавателю. Практические (лабораторные) занятия предоставляют обучающемуся возможность творчески раскрыться, проявить инициативу и развить навыки публичного ведения дискуссий и общения.

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя выполнение различного рода заданий (изучение учебной и научной литературы, материалов лекций, систематизацию прочитанного материала, подготовку контрольной работы, решение

задач, подготовка докладов, написание рефератов, публикация тезисов, научных статей, подготовка и защита курсовой работы / проекта и другие), которые ориентированы на глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины.

Обучающимся рекомендуется систематически отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки.

Внутренняя система оценки качества освоения дисциплины включает входной контроль уровня подготовленности обучающихся, текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию, направленную на оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (в том числе результатов курсового проектирования (выполнения курсовых работ) при наличии).

При проведении промежуточной аттестации обучающегося учитываются результаты текущего контроля, проводимого в течение освоения дисциплины.

Процедура оценивания результатов освоения дисциплины осуществляется на основе действующих локальных нормативных актов ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», с которыми обучающиеся знакомятся на официальном сайте университета www.vyatsu.ru.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, в том числе учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося по дисциплине

Учебная литература (основная)

1) Численные методы в научных расчетах: учебное пособие (лабораторный практикум) : практикум. - Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2019. - 156 с. : табл. - Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=596193/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

2) Численные методы : лабораторный практикум. - Ставрополь : СКФУ, 2016. - 107 с. - Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457891/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

3) Буйначев, С. К. Применение численных методов в математическом моделировании : учебное пособие / С.К. Буйначев. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 72 с. - ISBN 978-5-7996-1197-2 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275957/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

4) Бахвалов, Николай Сергеевич. Численные методы в задачах и упражнениях : учеб. пособие / Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков. - М. : Высш. шк., 2000. - 190 с. - Библиогр.: с. 188. - ISBN 5-06-003684-7 : 29.90 р., 46.00 р., 49.50 р. - Текст : непосредственный.

Учебная литература (дополнительная)

1) Краткий курс численных методов. - Воронеж : ВГУ, 2017 - . - Текст : электронный. В. 1 : Приближение функций алгебраическими многочленами. - Воронеж : ВГУ, 2017. - 141 с. - Б. ц. - URL: <https://e.lanbook.com/book/154790> (дата обращения: 15.05.2020). - Режим доступа: ЭБС Лань.

2) Крахоткина, Е. В. Численные методы в научных расчетах : учебное пособие / Е.В. Крахоткина. - Ставрополь : СКФУ, 2015. - 162 с. - Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458055/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

3) Зализняк, Виктор Евгеньевич. Численные методы. Основы научных вычислений : учеб. пособие для бакалавров : учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по спец. (направлению) подготовки ВПО 010501 (010501.62) "Прикладная математика и информатика" (ОПД.Ф.09 - Численные методы) / В. Е. Зализняк ; Сибирский федеральный ун-т. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 356

с. : ил. - (Бакалавр). - Библиогр.: с. 354-356. - ISBN 978-5-9916-1621-8 : 306.79 р. - Текст : непосредственный.

Учебно-методические издания

1) Использование численных методов для решения теплоэнергетических задач : учебно-метод. пособие для студентов направления 13.03.01 всех форм обучения / ВятГУ, КирПИ, ЭТФ, каф. ТИГ ; сост. Н. В. Татарина. - Киров : ВятГУ, 2018. - Б. ц. - Текст : электронный.

2) Ершова, А. Г. Математические модели теплопроводности в твердых телах : метод. пособие к лаб. практикуму по дисциплине "Численные методы" / А. Г. Ершова, М. Н. Левин ; ВятГУ, ФПМТ, каф. ПМИИ. - Киров : ВятГУ, 2011. - Б. ц. - Текст : электронный.

Электронные образовательные ресурсы

1) Портал дистанционного обучения ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://mooc.do-kirov.ru/>

2) Раздел официального сайта ВятГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: https://www.vyatsu.ru/php/programms/eduPrograms.php?Program_ID=3-13.03.01.01

3) Личный кабинет студента на официальном сайте ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <https://new.vyatsu.ru/account/>

4) Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы (ЭБС)

- ЭБС «Научная электронная библиотека eLIBRARY» (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>)
- ЭБС «Издательства Лань» (<http://e.lanbook.com/>)
- ЭБС «Университетская библиотека online» (www.biblioclub.ru)
- Внутренняя электронно-библиотечная система ВятГУ (<http://lib.vyatsu.ru/>)
- ЭБС «ЮРАЙТ» (<https://urait.ru>)

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- ГАРАНТ
- КонсультантПлюс
- Техэксперт: Нормы, правила, стандарты
- Роспатент (<https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema>)
- Web of Science® (<http://webofscience.com>)

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Демонстрационное оборудование

Перечень используемого оборудования
МУЛЬТИМЕДИА ПРОЕКТОР CASIO XJ-F210WN С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ КАБЕЛЕМ HDMI
МУЛЬТИМЕДИА-ПРОЕКТОР Acer H5350
Проектор Aser P1303PW
ПРОЕКТОР Aser PD527W
ПРОЕКТОР МУЛЬТИМЕД.Тоhiba
ЭКРАН рулонный настенный DA-Lite

Специализированное оборудование

Перечень используемого оборудования
МОНОБЛОК ICL RAY S 922.Mi.5 (БЕЛЫЙ)
ПЕРСОНАЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР DEPO NEOS 460SE
РАБОЧАЯ СТАНЦИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ДОСТУПА К КЛАСТЕРНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ И ХРАНИЛИЩУ ДАННЫХ

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, в том числе лицензионное и свободно распространяемое ПО (включая ПО отечественного производства)

№ п.п	Наименование ПО	Краткая характеристика назначения ПО
1	Программная система с модулями для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»	Программный комплекс для проверки текстов на предмет заимствования из Интернет-источников, в коллекции диссертация и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ) и коллекции нормативно-правовой документации LEXPRO
2	Microsoft Office 365 ProPlusEdu ALNG SubsVL MVL AddOn toOPP	Набор веб-сервисов, предоставляющий доступ к различным программам и услугам на основе платформы Microsoft Office, электронной почте бизнес-класса, функционалу для общения и управления документами
3	Office Professional Plus 2016	Пакет приложений для работы с различными типами документов: текстами, электронными таблицами, базами данных, презентациями
4	Windows Professional	Операционная система
5	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	Антивирусное программное обеспечение
6	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
7	Электронный периодический справочник ГАРАНТ Аналитик	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
8	Security Essentials (Защитник Windows)	Защита в режиме реального времени от шпионского программного обеспечения, вирусов.
9	МойОфис Стандартный	Набор приложений для работы с документами, почтой, календарями и контактами на компьютерах и веб браузерах
10	Т-50	программа расчета принципиальной тепловой схемы турбоустановки Т-50-130

Обновленный список программного обеспечения данной рабочей программы находится по адресу:
https://www.vyatsu.ru/php/list_it/index.php?op_id=100493