

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 18.04.2024 15:48:19  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a218d140011

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

«**ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**»

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель директора по  
УМР

\_\_\_\_\_ Т.А. Харитонова  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины: Численные методы моделирования теплоэнергетических процессов

направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

направленность (профиль): Промышленная теплоэнергетика

форма обучения: очная, заочная

Рабочая программа разработана для обучающихся по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль): Промышленная теплоэнергетика.

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры «Промышленная теплоэнергетика»

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.П. Белкин

Рабочую программу разработал:

к.т.н., доцент кафедры ПТ \_\_\_\_\_ А.П. Белкин

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

Цель дисциплины:

– ознакомление и овладение основными методами обработки информации и исследования теплоэнергетических процессов при решении инженерных задач с помощью численного моделирования.

Задачи дисциплины:

– развивать умение грамотно описывать явления тепломассообмена с помощью математических моделей методами численного моделирования;

– прививать навыки использования математического аппарата для решения инженерных задач в области теплоэнергетических процессов, формировать профессиональные компетенции;

– способствовать развитию инженерной эрудиции, интеллектуальных, творческих способностей и критического мышления при решении и оптимизации процессов теплообмена.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений, к элективным дисциплинам.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

- знание основных законов термодинамики и тепломассообмена; методов решения задач с заданными параметрами термодинамической системы,

- умения осуществлять расчёты и анализ работы теплоэнергетических установок, применяя соответствующий физико-математический аппарат для исследования теплоэнергетических процессов, математические методы моделирования, а также возможности искусственного интеллекта,

- владение методами и способами решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности с использованием соответствующего физико-математического аппарата.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Математика», «Физика» и служит основой для освоения дисциплин «Техническая термодинамика», «Гидрогазодинамика», «Техническая термодинамика» и «Тепломассообмен».

## **3. Результаты обучения по дисциплине**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
ПКС-1 Способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	ПКС-1.2. Применяет математические методы моделирования при расчете и анализе работы теплоэнергетических устройств, в том числе с применением нейронных сетей и искусственного интеллекта	Знать (З1): основные подходы к формализации и моделированию характерных теплоэнергетических процессов в оборудовании
		Уметь (У1): применять математические методы моделирования при расчёте и анализе работы энергообъектов с использованием методов искусственного интеллекта
		Владеть (В1): методиками обработки и анализа информации

#### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Контроль, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			
очная	4/8	16	30	-	62	-	Зачет
заочная	5/10	10	8	-	86	4	Зачет

#### 5. Структура и содержание дисциплины

##### 5.1. Структура дисциплины.

##### очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины/модуля		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Системный анализ	10	20		26	56	ПКС-1.2	Вопросы к опросу, задания к практическим занятиям
2	2	Методы численного моделирования	6	10		20	36		Вопросы к опросу, задания к практическим занятиям
3	Зачет					16	16		Задания к зачёту
<b>Итого:</b>			<b>16</b>	<b>30</b>		<b>62</b>	<b>108</b>		

##### заочная форма обучения (ЗФО)

Таблица 5.1.2

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Системный анализ	6	6		40	52		Вопросы к опросу

2	2	Методы численного моделирования	4	2	46	52	ПКС-1.2	Вопросы к опросу, задания к контрольной работе
4	Зачет				4	4		Задания к зачёту
<b>Итого:</b>			<b>10</b>	<b>8</b>	<b>90</b>	<b>108</b>		

**очно-заочная форма обучения (ОЗФО):** не реализуется

5.2. Содержание дисциплины.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

Раздел 1. «Системный анализ». Системность мира – процесс. Системность человеческой деятельности. Системность познания. Системность, как свойство материи. Эволюция системных представлений. Основные составляющие теории систем и системного анализа. Направления развития системного анализа. Основные определения теории систем и системного подхода. Структура и иерархия системы. Характеристика методов системного анализа. Проблемы исследования сложных систем. Методология системного анализа. Постановка задачи, моделирование и анализ, оценка возможных вариантов решения. Выбор как реализация цели систем. Критериальный язык описания выбора.

Раздел 2. «Методы численного моделирования». Определение и классификация моделей. Вычисление значений простейших функций. Вычисление определённых интегралов. Задачи линейной алгебры. Постановка задач оптимизации и их классификация. Основные этапы математического моделирования. Пример постановки задачи оптимизации. Интерполяционные полиномы. Наилучшее приближение. Сплайн интерполяция. Геометрическая интерпретация. Постановка задачи линейного программирования. Основные определения и теоремы. Переход от одной формы задачи линейного программирования к другой. Методы решения задач нелинейного программирования. Симплекс-метод оптимизации многомерных задач. Транспортная задача. Случай известных вероятностей. Выбор в условиях риска. Энтропия системы. Метод максимизации энтропии.

5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

### Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.		Тема лекции
		ОФО	ЗФО	
1	1	2	1	Системные представления в практической деятельности человека.
2		2	2	Понятия, определения, основные составляющие системного анализа.
3		2	1	Реализация системного анализа при решении проблем техносферы.
4		4	2	Оценка вариантов решения. Выбор.
5	2	1	0,5	Определение, постановка задач оптимизации и их классификация.
6		1	0,5	Интерполяция и приближение функций.

7		1	1	Линейное программирование.
8		2	1	Транспортная задача.
9		1	1	Принятие решений в условиях неопределённости.
<b>Итого:</b>		<b>16</b>	<b>10</b>	

### Практические занятия

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.		Тема практического занятия
		ОФО	ЗФО	
1	1	5	2	Системные представления в деятельности человека.
2		5	1	Понятия, определения, основные составляющие системного анализа.
3		5	2	Реализация системного анализа при решении проблем техносферы.
4		5	1	Оценка вариантов решения. Выбор.
5	2	2	0,25	Постановка задач оптимизации и их классификация.
6		2	0,25	Интерполяция и приближение функций.
7		2	0,5	Линейное программирование.
8		2	0,5	Транспортная задача.
9		2	0,5	Принятие решений в условиях неопределённости.
<b>Итого:</b>		<b>30</b>	<b>8</b>	

### Лабораторные работы

*Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.*

### Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.4

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.		Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО		
1	1	6	10	Системные представления в практической деятельности человека.	Проработка теоретического материала
2		6	10	Понятия, определения, основные составляющие системного анализа.	
3		8	10	Реализация системного анализа при решении проблем техносферы.	
4		6	10	Оценка вариантов решения. Выбор.	
5	2	4	10	Определение, постановка задач оптимизации и их классификация.	Проработка теоретического материала
6		4	10	Интерполяция и приближение функций.	
7		4	10	Линейное программирование.	
8		4	6	Транспортная задача.	
9		4	10	Принятие решений в условиях неопределённости.	
11	Зачёт	16	4		Подготовка к зачету
<b>Итого:</b>		<b>62</b>	<b>90</b>		

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- традиционные образовательные технологии: информационные лекции; практические занятия; отработка репродуктивных действий.

- технологии проблемного обучения: лекции проблемного изложения, тестирование, практические занятия в форме практикума, работа в группах и индивидуально; отработка частично-поисковых действий.

- информационно-коммуникационные образовательные технологии: лекция-визуализация.

## 6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

## 7. Контрольные работы (для заочной формы обучения)

### 7.1. Методические указания для выполнения контрольных работ.

Контрольные работы выполняются по ключевым темам дисциплины. Задания выполняются в ученических тетрадях в клетку. На обложке указывается название дисциплины, фамилия и инициалы студента, вариант и учебный шифр зачетной книжки, направление обучения, профиль, номер группы, номер семестра и учебный год (образец титульного листа смотри в методических рекомендациях в приложениях к ФОС).

Решение каждой задачи обязательно начинать на новом листе. На верху листа необходимо указать номер и название задачи, ниже делается чертеж (можно карандашом) и записывается *краткое* условие задачи: что задано и что требуется определить. Текст задачи *не переписывается*. Рисунок, если необходимо, следует выполнять с учетом условия решаемого варианта задачи.

Чертеж (рисунок) должен быть аккуратным и наглядным, его размеры должны позволить ясно показать необходимые величины. Обязательно изображать на чертеже перечисленные векторы, координатные оси. **Решения необходимо сопровождать краткими пояснениями** (какие формулы и теоремы применяются, откуда получаются те или иные результаты и т.п.) **и подробно излагать весь ход расчетов**. В конце решения задачи приводится ответ и вывод, если возможно, произвести анализ полученного результата.

**Работы, не отвечающие всем перечисленным требованиям, проверяться не будут, а возвращаются для переделки.**

К работе, представляемой на повторную проверку **обязательно** должна прилагаться не зачтенная работа.

На выполнение заданий отводится 4 часа.

При подготовке к выполнению контрольных работ и их оформлении необходимо помнить, что обучающиеся выполняют  *типовые расчеты*. Для эффективной и качественной работы они должны иметь инженерные калькуляторы и соответствующие канцелярские принадлежности. В процессе подготовки и решении задач обучающиеся могут прибегать к

консультациям преподавателя. Наличие *конспекта лекций* на практическом занятии **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7.2. Тематика контрольных работ.

1. Создание математической модели задачи по вербальной формулировке.
2. Решение задачи линейного программирования с помощью графического метода решения.
3. Решение транспортной задачи.

## 8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

<i>№ п/п</i>	<i>Виды мероприятий в рамках текущего контроля</i>	<i>Количество баллов</i>
1 текущая аттестация		
1	Опрос	0...10
2	Выполнение заданий к практическим занятиям	0...20
	<b>ИТОГО за первую текущую аттестацию</b>	<b>0...30</b>
2 текущая аттестация		
1	Опрос	0...10
2	Выполнение заданий к практическим занятиям	0...20
	<b>ИТОГО за вторую текущую аттестацию</b>	<b>0...30</b>
3 текущая аттестация		
1	Опрос	0...10
2	Выполнение заданий к практическим занятиям	0...30
	<b>ИТОГО за третью текущую аттестацию</b>	<b>0...40</b>
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

8.3. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся заочной формы обучения представлена в таблице 8.2.

Таблица 8.2

<i>№ п/п</i>	<i>Виды мероприятий в рамках текущего контроля</i>	<i>Количество баллов</i>
1	Опрос	0...10
3	Выполнение заданий к контрольной работе	0...90
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

9Электронный каталог/Электронная библиотека ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>



Цифровой образовательный ресурс – библиотечная система IPR SMART —  
<https://www.iprbookshop.ru/>

[Электронно-библиотечная система «Консультант студента» www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

[Электронно-библиотечная система «Лань» https://e.lanbook.com](https://e.lanbook.com)

[Образовательная платформа ЮРАЙТ www.urait.ru](http://www.urait.ru)

Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU <http://www.elibrary.ru>

[Национальная электронная библиотека \(НЭБ\)](#)

[Библиотеки нефтяных вузов России](#) : Электронная нефтегазовая библиотека РГУ нефти и газа им. Губкина <http://elib.gubkin.ru/>, Электронная библиотека Уфимского государственного нефтяного технического университета <http://bibl.rusoil.net/> , Библиотечно-информационный комплекс Ухтинского государственного технического университета УГТУ <http://lib.ugtu.net/books>

[Электронная справочная система нормативно-технической документации «Технорматив»](#)

[ЭКБСОН - информационная система доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки](#)

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

Microsoft Windows

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

### Обеспеченность материально-технических условий реализации ОПОП ВО

п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
	Численные методы моделирования теплоэнергетических процессов	Лекционные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации, Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютер в комплекте, проектор, проекционный экран	625001, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Луначарского, д.4
		Практические занятия: Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных	625001, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Луначарского, д.2, корп.1

	консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная	
--	---	--

## **11. Методические указания по организации СРС**

### 11.1. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

На практических занятиях обучающиеся изучают методику и выполняют типовые расчеты. Для эффективной работы обучающиеся должны иметь инженерные калькуляторы и соответствующие канцелярские принадлежности. Порядок выполнения контрольных работ обучающиеся заочного обучения получают на установочной лекции.

В процессе подготовки к занятиям обучающиеся могут прибегать к консультациям преподавателя. Наличие конспекта лекций на практическом занятии является обязательным.

### 11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Оговариваются на лекциях и практических занятиях, т.к. пока нет возможности их опубликования. Самостоятельная работа обучающихся заключается в получении заданий (тем) у преподавателя для индивидуального освоения. Преподаватель на занятии дает рекомендации, необходимые для освоения материала. В ходе самостоятельной работы, обучающиеся должны изучить теоретический материал по разделам. Обучающиеся должны понимать его содержание (знать определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина и т.п.).

**Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания**

Дисциплина Численные методы моделирования теплоэнергетических процессов

Код, направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Направленность (профиль): Промышленная теплоэнергетика

Форма обучения: очная, заочная

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
ПКС-1	ПКС-1.2. Применяет математические методы моделирования при расчете и анализе работы теплоэнергетических устройств, в том числе с применением нейронных сетей и искусственного интеллекта	Знать (З1): основные подходы к формализации и моделированию характерных теплоэнергетических процессов в оборудовании	обучающийся не овладел основными знаниями в соответствии с требованиями программы и отвечает правильно менее чем на половину поставленных вопросов	обучающийся недостаточно полно овладел знаниями согласно программы, допускает ошибки при ответе на половину из поставленных вопросов	обучающийся достаточно полно овладел знаниями согласно программы, но допускает ошибки при ответе на некоторые из поставленных вопросов или допускает неточности	обучающийся полно овладел знаниями согласно программы, на вопросы дает полные и развернутые ответы
		Уметь (У1): применять математические методы моделирования при расчёте и анализе работы энергообъектов с использованием методов искусственного интеллекта	обучающийся решает поставленные задачи, допуская грубые ошибки в формулах и выполняя неправильные расчеты	обучающийся решает поставленные задачи с многочисленными ошибками и неточностями, ошибается при написании единиц измерения	обучающийся решает поставленные задачи, допустив небольшие неточности, решение не достаточно развернуто или присутствуют неточности в единицах измерения	обучающийся решает задачи, представляя развернутое решение, а также все вычисления выполнены верно

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
		Владеть (В1): методиками обработки и анализа информации	обучающийся не овладел методиками решения задач, обработки и анализа информации, возникающих в ходе профессиональной деятельности с использованием соответствующего физико-математического аппарата	обучающийся овладел навыком выбора решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности с использованием соответствующего физико-математического аппарата, но выполняет с ошибками	обучающийся овладел навыком выбора решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности с использованием соответствующего физико-математического аппарата, но при выполнении работы допускает небольшие неточности	обучающийся овладел навыком решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности с использованием соответствующего физико-математического аппарата

**КАРТА**  
**обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой**

Дисциплина «Численные методы моделирования теплоэнергетических процессов»

Код, направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Направленность (профиль): «Промышленная теплоэнергетика»

Форма обучения: очная, заочная

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Пименов, Владимир Германович. Численные методы : учебное пособие для вузов. Ч. 1 / В. Г. Пименов. - М : Издательство Юрайт, 2022. - 111 с. - (Высшее образование). - URL: <a href="https://urait.ru/bcode/492872">https://urait.ru/bcode/492872</a> . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС "Юрайт".	ЭР*	30	100	+
2	Вагер, Б. Г. Численные методы : учебное пособие / Б. Г. Вагер. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 152 с. Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPRBOOKS : [сайт]. — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/78584.html">http://www.iprbookshop.ru/78584.html</a> .	ЭР*	30	100	+
3	Магомедов, Камиль Магомедович. Сеточно-характеристические численные методы : учебное пособие для вузов / К. М. Магомедов, А. С. Холодов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2022. - 313 с. - (Высшее образование). - URL: <a href="https://urait.ru/bcode/491087">https://urait.ru/bcode/491087</a> . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС "Юрайт".	ЭР*	30	100	+

ЭР – электронный ресурс для автор. пользователей доступен через Электронный каталог/Электронную библиотеку ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>