

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО

Директор
института заочного образования

к.п.н., доц.  Спесивцева С.Е.

« 25 »  2022 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор института энергетики,
информационных технологий
и управляющих систем

к.т.н., доц.  Белоусов А.В.

« 26 »  2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Компьютерные технологии в теплоэнергетике

Направление подготовки (специальность):

13.03.01 – ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Направленность программы (профиль, специализация):

**Энергетика теплотехнологии
Энергообеспечение предприятий**

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

заочная

Институт: **Энергетики, информационных технологий и управляющих систем**

Кафедра: **Энергетики теплотехнологии**

Белгород 2022

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утв. приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 143;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2022 году.

Составители: старший преподаватель  (А.В. Рыбина)

Рабочая программа обсуждена на заседании энергетики
теплотехнологии

« 12 » мая 2022 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой

Энергетики теплотехнологии

канд. техн. наук, доцент

 (Ю.В. Васильченко)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 26 » мая 2022 г., протокол № 9

Председатель

канд. техн. наук, доцент

 (А.Н. Семернин)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции (производственно-технологический)	ПК-5 Способен к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов объектов профессиональной деятельности при использовании типовых методов	ПК-5.2. Обрабатывает результаты измерений по стандартным методикам	<p>Знания: основных методов вычислительной математики в теплоэнергетике; основ автоматизации теоретического и экспериментального исследования процессов и оборудования теплоэнергетики и теплотехники с использованием прикладных программ.</p> <p>Умения: разрабатывать и применять основные алгоритмы обработки информации и современные компьютерные программы для решения прикладных задач различных классов в профессиональной сфере.</p> <p>Навыки: использования компьютерных программ и разработки алгоритмов для решения прикладных задач для обработки и анализа информации.</p>
	ПК-8 Способен к организации технического материального обеспечения эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ПК-8.2. Оформляет документацию на приобретение изделий, материалов, нормативных и методических документов для обеспечения эксплуатации объектов профессиональной деятельности	<p>Знания: основных понятий терминологии компьютерных технологий; принципов построения и использования компьютерных технологий при решении различных прикладных задач в профессиональной деятельности.</p> <p>Умения: использовать информационные технологии на всех необходимых этапах решения прикладных задач; -использовать компьютерные технологии для решения эксплуатационных и исследовательских задач профессиональной деятельности.</p> <p>Навыки: практического применения информационных технологий, применяемых в теплоэнергетике и теплотехнике.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-5 «Способен к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов объектов профессиональной деятельности при использовании типовых методов»

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

- для образовательной программы профиля «Энергетика теплотехнологии»
- для образовательной программы профиля «Энергообеспечение предприятий»

Стадия	Наименования дисциплины
1	Компьютерные технологии в теплоэнергетике
2	Методика и техника эксперимента в теплотехнологии
3	Производственная технологическая практика
4	Производственная преддипломная практика
5	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

2. Компетенция ПК-8 «Способен к организации технического и материального обеспечения эксплуатации объектов профессиональной деятельности»

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

- для образовательной программы профиля «Энергетика теплотехнологии»
- для образовательной программы профиля «Энергообеспечение предприятий»

Стадия	Наименования дисциплины
1	Компьютерные технологии в теплоэнергетике
2	Техническая документация на объектах энергетики
3	Экономика энергетики
4	Производственная технологическая практика
5	Производственная преддипломная практика
6	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зач. единиц, **108** часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 3 зач. единиц.

Форма промежуточной аттестации зачет

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	2	106
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	6	2	4
лекции	4	2	2
лабораторные	2	–	2
практические	–	–	–
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	–	–	–
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	102	–	102
Курсовой проект	–	–	–
Курсовая работа	–	–	–
Расчетно-графическое задание	–	–	–
Индивидуальное домашнее задание	9	–	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	93	–	93
Экзамен	–	–	–

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. Прикладные компьютерные технологии в теплоэнергетике					
	Значение компьютерных технологий в решении прикладных задач. Классификация программного обеспечения. Применение программного обеспечения для подготовки документации на приобретение изделий, материалов, нормативных и методических документов для обеспечения эксплуатации объектов профессиональной деятельности	0,5	-	-	-
2. Введение в алгоритмизацию и программирование					
	Методологии программирования. Основные понятия и определения. Этапы решения задач на ЭВМ. Понятие алгоритма. Синтаксис и семантика формального языка. Естественные и формальные языки. Понятия о синтаксисе и семантике формального языка. Инструментарий технологии программирования. Языки и среды программирования – состав, классификация. Транслятор, компилятор.	0,5	-	-	-
3. Математическое моделирование в теплоэнергетике					
	Понятие о моделях и моделировании. Численный эксперимент. Численное решение уравнений и систем уравнений. Численное решение задачи теплопроводности. Разработка алгоритма численного решения для прикладных задач	0,5	-	-	-
4. Обработка результатов вычислительного эксперимента					
	Жизненный цикл программы. Модели жизненного цикла. Основные этапы разработки программы. Обеспечение сопровождаемости программного средства. Тестирование и отладка программного средства. Принципы и виды отладки. Погрешность и ее учет при организации вычислительного процесса.	0,5	-	-	-
	ВСЕГО	2	0	0	0

Курс 4 Семестр 8

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
5. Прикладные компьютерные технологии в теплоэнергетике					
	Значение компьютерных технологий в решении прикладных задач. Классификация программного обеспечения. Применение программного обеспечения для подготовки документации на приобретение изделий, материалов, нормативных и методических документов для обеспечения эксплуатации объектов профессиональной деятельности	0,5	0	0,5	26
6. Введение в алгоритмизацию и программирование					
	Методологии программирования. Основные понятия и определения. Этапы решения задач на ЭВМ. Понятие алгоритма. Синтаксис и семантика формального языка. Естественные и формальные языки. Понятия о синтаксисе и семантике формального языка. Инструментарий технологии программирования. Языки и среды программирования – состав, классификация. Транслятор, компилятор.	0,5	0	0,5	19
7. Математическое моделирование в теплоэнергетике					
	Понятие о моделях и моделировании. Численный эксперимент. Численное решение уравнений и систем уравнений. Численное решение задачи теплопроводности. Разработка алгоритма численного решения для прикладных задач	0,5	0	0,5	22
8. Обработка результатов вычислительного эксперимента					
	Жизненный цикл программы. Модели жизненного цикла. Основные этапы разработки программы. Обеспечение сопровождаемости программного средства. Тестирование и отладка программного средства. Принципы и виды отладки. Погрешность и ее учет при организации вычислительного процесса.	0,5	0	0,5	26
	ВСЕГО	2	0	2	93

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом.

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 8				
1	Прикладные компьютерные технологии в теплоэнергетике	Основы алгоритмизации и программирования для решения прикладных задач	0,2	4
2	Введение в алгоритмизацию и программирование	Стабилизированное течение жидкости в канале	0,2	6
3	Математическое моделирование в теплоэнергетике	Стационарная теплопроводность футеровки	0,2	2
4	Математическое моделирование в теплоэнергетике	Нестационарная теплопроводность футеровки	0,4	2
5	Математическое моделирование в теплоэнергетике	Радиационно-кондуктивный теплообмен	0,5	4
6	Обработка результатов вычислительного эксперимента	Ламинарное и турбулентное течение вязкой жидкости	0,5	10
ИТОГО:			4	28
ВСЕГО:				32

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Учебным планом предусмотрено выполнение индивидуального домашнего задания. В процессе выполнения индивидуальных домашних заданий осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитория и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

При выполнении ИДЗ студент расширяет и закрепляет теоретические и практические знания, полученные при изучении дисциплины, овладевает навыками самостоятельного решения задач планирования и обработки экспериментальных данных. Объем к ИДЗ составляет 10-15 страниц; трудоёмкость выполнения – 9 часов. Расчётно-пояснительная записка оформляется на листах формата А4 (с одной стороны листа). Расчётно-пояснительная записка должна содержать:

– сведения о студенте, выполняющем работу: фамилия, инициалы, группа;
 – задание на расчётно-графическую работу, подписанное студентом и преподавателем;

– основную часть, включающую в себя математическую модель заданного теплотехнологического процесса, математическую обработку результатов моделирования и исследований работы заданного теплотехнологического процесса.

– выводы и заключение.

В записке даются указания, обоснования и пояснения численного моделирования теплотехнологического процесса. Графическая часть представляет собой математическую модель с графиками математического моделирования.

Тема ИДЗ: Нестационарное распределение температуры в стенке печи

Цель индивидуального домашнего задания: изучение студентами методологии математического моделирования заданного теплотехнологического процесса.

Типовой вариант задания

	Обозначение	Значение	Единица измерения
1. Диаметр футеровки максимальный	D_{\max}	2,4	м
2. Толщина хромомagneзитового слоя	δ_x	130	мм
3. Толщина шамотного слоя	$\delta_{ш}$	110	мм
4. Толщина огнеупорной футеровки	δ_{ϕ}	$\delta_x + \delta_{ш}$	мм
5. Толщина гарнисажного слоя	δ_o	$0,1 \cdot \delta_{\phi}$	мм
6. Толщина стенки печи	δ	$\delta_{\phi} + \delta_o$	мм
7. Температура обжигаемого материала	t_m	1500	° С
8. Температура газов в печи	t_r	1800	° С
9. Температура атмосферного воздуха	t_a	20	° С
10. Коэффициент теплоотдачи от газов	α	40	Вт/м ² ·К
11. Степень черноты наружной поверхности футеровки	ϵ_w	0,85	
12. Степень черноты газов в печи	E_r	0,26	
13. Поглощательная способность газов	A_r	0,32	
14. Приведенная степень черноты	E_s	0,1675	
15. Частота вращения печи	$n_{об}$	1/60	1/с
16. Число расчетных участков на стенке печи	n	16	

Составить программу математического моделирования нестационарного распределения температуры в стенке печи по варианту. Выполнить расчет, построить графики распределения температуры в различных областях стенки печи.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-5 «Способен к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов объектов профессиональной деятельности при использовании типовых методов»

(код и формулировка компетенции)

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-5.2. Обрабатывает результаты измерений по стандартным методикам	Защита лабораторных работ, тестирование, защита ИДЗ, зачет

Компетенция ПК-8 «Способен к организации технического и материального обеспечения эксплуатации объектов профессиональной деятельности»

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-8.2. Оформляет документацию на приобретение изделий, материалов, нормативных и методических документов для обеспечения эксплуатации объектов профессиональной деятельности	Зачет

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Прикладные компьютерные технологии в теплоэнергетике (ПК-8.2)	<ol style="list-style-type: none">1. Основные методы вычислительной математики в теплоэнергетике.2. Основные этапы разработки программы.3. Понятия о синтаксисе и семантике формального языка.4. Методологии программирования.5. В чем состоит сущность метода конечных разностей?6. Виды программного обеспечения для решения задач в области профессиональной деятельности. Применение прикладных программ для оформления документации на приобретение изделий, материалов, нормативных и методических документов для обеспечения эксплуатации объектов профессиональной деятельности
2	Введение в алгоритмизацию и программирование	<ol style="list-style-type: none">7. Дайте понятие парадигмы программирования.8. Может ли язык программирования поддерживать сразу несколько парадигм?

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
	(ПК-5.2)	9. Синтаксис и семантика формального языка. Понятия о синтаксисе и семантике формального языка. 10. Инструментарий технологии программирования. Языки и среды программирования – состав, классификация. 11. Основные конструкции алгоритмических языков. 12. Общие конструкции алгоритмических языков: алфавит, величина (тип, имя и значение). Выражение. Тип выражения. 13. Управляющие конструкции: операторы выбора и цикла. 14. Стандартные функции. Структура программы.
3	Математическое моделирование в теплоэнергетике (ПК-5.2)	15. Физический смысл дифференциального уравнения переноса. 16. В чем различие граничных условий 1-го и 2-го рода? С какой целью дифференциальные уравнения заменяются дискретными? 17. В чем преимущество метода конечных объемов по сравнению с разностным? 18. Что понимается под сходимостью разностной схемы? 19. Основные правила построения дискретных аналогов дифференциальных уравнений. 20. Почему необходимы итерации при численном решении дискретных уравнений? 21. Что понимается под сходимостью итераций? 22. Какую структуру имеет система уравнений при ее решении методом прогонки?
4	Обработка результатов вычислительного эксперимента (ПК-5.2)	23. Что понимается под адекватностью математической модели? 24. Как проверяется адекватность математической модели? 25. Основные оценки погрешности используемых численных методов.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Лабораторные работы. Выполнение лабораторных работ в семестре выполняется согласно методических указаний. В методических указаниях по дисциплине в семестре представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания работе, даны варианты выполнения и рассмотрены практические примеры. Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме лабораторной работы.

Лабораторная работа	Контрольные вопросы
Лабораторная работа № 1. Основы алгоритмизации и программирования для решения прикладных задач (ПК-5.2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные методы вычислительной математики в теплоэнергетике. 2. Основные этапы разработки программы. 3. Понятия о синтаксисе и семантике формального языка. 4. Методологии программирования. 5. В чем состоит сущность метода конечных разностей?
Лабораторная работа № 2. Стабилизированное течение жидкости в канале (ПК-5.2)	<ol style="list-style-type: none"> 6. Каков физический смысл дифференциального уравнения Навье – Стокса и членов этого уравнения? 7. Как осуществляется переход от дифференциального уравнения к его дискретному алгебраическому аналогу? 8. Из каких частей состоит программа для ЭВМ и в какой последовательности они выполняются? 9. С какой целью вычисляют в узлах сетки максимальную относительную разность значений скорости в двух последовательных итерациях? 10. Каким полем скоростей характеризуется стабилизированное ламинарное течение вязкой жидкости в канале?
Лабораторная работа № 3. Стационарная теплопроводность футеровки (ПК-5.2)	<ol style="list-style-type: none"> 11. Каков физический смысл дифференциального уравнения переноса теплоты теплопроводностью и членов этого уравнения? 12. Как осуществляется переход от дифференциального уравнения теплопроводности к его дискретному алгебраическому аналогу? 13. С какой целью применяются итерации в методе прогонки? 14. Из каких частей состоят программы 1 и 2 и в какой последовательности они выполняются? 15. Каковы физический смысл и математическая формулировка граничных условий третьего рода при математическом моделировании температурного поля в футеровке печи?
Лабораторная работа № 4. Нестационарная теплопроводность футеровки (ПК-5.2)	<ol style="list-style-type: none"> 16. Каков физический смысл дифференциального уравнения нестационарного переноса теплоты теплопроводностью и его членов? 17. Как осуществляется переход от дифференциального уравнения нестационарного переноса теплоты к его алгебраическому аналогу? 18. Какие вычислительные циклы предусмотрены в

Лабораторная работа	Контрольные вопросы
	<p>программе?</p> <p>19. Чем обусловлена нелинейность распределения температуры по толщине футеровки при стационарной и нестационарной теплопроводности?</p> <p>20. Каким образом можно найти стационарное температурное поле, решая численно дифференциальное уравнение нестационарного переноса теплоты теплопроводностью?</p>
<p>Лабораторная работа № 5. Радиационно-кондуктивный теплообмен (ПК-5.2)</p>	<p>21. Каков физический смысл дифференциальных уравнений радиационно-кондуктивного переноса теплоты и переноса радиационной энергии в неограниченной среде?</p> <p>22. Каково математическое определение и физическое содержание понятий определяющей, лучистой и радиационной температуры?</p> <p>23. Что представляют собой результирующее и эффективное излучения и дополнительное излучение границ?</p> <p>24. Каков физический смысл коэффициента поглощения, следующий из закона переноса энергии излучения Бугера?</p> <p>25. Из каких частей состоит программа математического моделирования радиационно-кондуктивного теплообмена в полупрозрачной пластине?</p>
<p>Лабораторная работа № 6. Ламинарное и турбулентное течение вязкой жидкости (ПК-5.2)</p>	<p>26. Какие дифференциальные уравнения применяют для математического моделирования течения вязкой жидкости?</p> <p>27. Как получают дискретное уравнение для расчета давления?</p> <p>28. Какие величины называют псевдоскоростью?</p> <p>29. С какой целью применяют поправку давления?</p> <p>30. Какими особенностями характеризуется стационарное течение вязкой жидкости на начальном участке канала или трубы?</p> <p>31. Какие дифференциальные уравнения применяют для математического моделирования параметров турбулентности?</p> <p>32. Какое уравнение используется для расчета турбулентной вязкости?</p> <p>33. Почему гипотеза Колмогорова называется полуэмпирической?</p> <p>34. Какую структуру имеет турбулентный пограничный слой?</p> <p>35. В чем проявляется отличие турбулентного течения вязкой жидкости от ламинарного на начальном участке канала или трубы?</p>

Защита индивидуальных домашних заданий

Отметка о допуске работы к защите ИДЗ получается при предъявлении преподавателю оформленной пояснительной записки и графической части (согласно заданию на выполнение индивидуального домашнего задания). Защита работы может происходить в форме беседы с преподавателем. В процессе защиты проверяется знание студентом основных понятий алгоритмизации и программирования, решения практических задач с помощью компьютерных технологий.

Типовые задания при проведении защиты в форме беседы с преподавателем

Индикатор ПК-5.2

1. Сформулировать цель выполнения индивидуального домашнего задания и перечислить решаемые для его выполнения задачи.
2. Записать уравнения математического описания нестационарного распределения температурного поля в стенке печи.
3. Что понимается под адекватностью математической модели?

Примеры тестовых задач для текущего контроля (ПК-5.2)

1.1. Объектами с параметрами называют такие, в которых значения регулируемых величин в различных точках объекта неодинаковы.

- 1. распределенными;**
2. сосредоточенными;
3. значительными;
4. статическими.

1.2. По наличию случайных элементов математические модели делятся на...

- 1. детерминированные и случайные;**
2. статические и динамические;
3. статистические и детерминированные;
4. непрерывные и дискретные.

1.3. Укажите существующие методы решения математических задач.

- 1. численные и точные**
2. численные и приближенные
3. алгоритмические и приближенные
4. статические и динамические.

1.4. Как называются параметры объекта, которые могут быть измерены, но не могут быть произвольно изменены?

1. управляющие;
2. возмущающие;
- 3. входные;**
4. случайные.

1.5. На каком этапе в пакете инженерного анализа выполняется контроль за сходимостью решения?

1. препроцессор;
- 2. процессор;**
3. постпроцессор.

1.6. Какой общий вид математической модели (X - входные, U - управляющие, S - возмущающие, Y - выходные параметры)?

- 1. $Y = f(X, U, S)$**
2. $X = f(Y, U, S)$
3. $U = f(X, Y, S)$
4. $S = f(X, U, Y)$

1.7. Расставьте этапы математического моделирования в правильном порядке:
1) Разработка программы; 2) Постановка задачи; 3) Разработка алгоритма; 4) Проверка адекватности модели; 5) Разработка математического описания

- 1. 25314**
2. 23541
3. 23415
4. 25341
5. 24513

1.8. Искусственно созданный материальный или теоретический образ изучаемого объекта, сохраняющий в разрезе проводимого исследования его наиболее важные свойства – это:

1. пример
- 2. модель**
3. элемент множества
4. оригинал
5. копия

1.9. При стабилизированном течении вязкой жидкости в плоском канале скорость изменяется ...

- 1. только по одной координате, направленной по нормали к оси канала**
2. только по одной координате, направленной по оси канала
3. по трем координатам

1.10. Метод Гаусса-Зейделя относится к методам численного решения систем линейных уравнений.

1. прямым
2. обратным
3. обратимым
- 4. итерационным**

1.11. Согласно какому закону вектор теплового потока в данной точке сплошной

среды прямо пропорционален градиенту температуры в этой же точке?

1. закон Гука
- 2. закон Фурье**
3. обобщенный закон Ньютона
4. уравнение неразрывности

1.12. Теплообмен граничной поверхности с окружающей средой описывается граничными условиями

1. 1-го рода
2. 2-го рода
- 3. 3-го рода**
4. 4-го рода

1.13. Какие сеточные методы используются в программах для математического моделирования? (выберите один или несколько вариантов)

- 1. метод конечных разностей**
- 2. метод конечных элементов**
- 3. метод конечных объемов**
4. метод элементарных разностей.

1.14. Для стационарной задачи теплопроводности температурное поле...

- 1. не изменяется во времени**
2. изменяется во времени
3. изменяется через некоторый период

1.15. По какому критерию осуществляется окончание итерационного процесса поиска решения системы конечно – разностных уравнений:

1. итерационный процесс заканчивается, когда проведено заданное наперед количество итераций;
- 2. итерационный процесс заканчивается, когда разность решений в i – том узле двух последовательных итераций становится меньше заданной погрешности;**
3. итерационный процесс заканчивается после перебора всех узлов в заданном интервале.

1.16. Аппроксимация – это ...

- 1. получение функции более простого вида, описывающей исходную с достаточной степенью точности;**
2. частный случай интерполяции;
3. частный случай экстраполяции.

1.17. ... - это жидкость, плотность всех частиц которой неизменна.

1. сжимаемая жидкость;
- 2. несжимаемая жидкость;**
3. прозрачная жидкость.

1.18. ... выражает закон сохранения массы для движущейся жидкости (газа).

1. уравнение энергии
2. уравнение состояния
- 3. уравнение неразрывности**
4. уравнение непрерывности

1.19. Алгоритм называется неустойчивым, если ...

1. малые изменения исходных данных не изменяют окончательный результат.
2. большие изменения в исходных данных не изменяют окончательный результат.
3. большие изменения в исходных данных приводят к малому изменению результата.
- 4. малые изменения исходных данных и погрешности округления приводят к значительному изменению окончательных результатов.**

1.20. Парадигма программирования – это ...

- 1. совокупность идей и понятий, определяющих стиль написания компьютерных программ.**
2. процесс вычисления в виде инструкций, изменяющих состояние программы.
3. набор правил, который определяет синтаксис языка программирования.
4. основанная на концепции вызова процедура.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
ПК-5 Способен к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов объектов профессиональной деятельности при использовании типовых методов	
ПК-5.2. Обрабатывает результаты измерений по стандартным методикам	
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
Умения	Полнота выполненного задания
	Качество выполненного задания
	Самостоятельность выполнения задания

	Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы
Навыки	Анализ результатов выполненных заданий
	Обоснование результатов выполненных заданий

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
<i>Знание терминов, определений, понятий</i>	<i>Не знает терминов и определений</i>	<i>Знает термины и определения</i>
<i>Знание основных закономерностей, соотношений, принципов</i>	<i>Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний</i>	<i>Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует</i>
<i>Объем освоенного материала</i>	<i>Не знает значительной части материала дисциплины</i>	<i>Знает материал дисциплины в достаточном объеме</i>
<i>Полнота ответов на вопросы</i>	<i>Не дает ответы на большинство вопросов</i>	<i>Дает полные ответы на поставленные вопросы</i>

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
<i>Полнота выполненного задания</i>	<i>Не выполняет простейшие задания по планированию и обработке экспериментальных данных</i>	<i>Выполняет типовые задания по планированию и обработке экспериментальных данных</i>
<i>Качество выполненного задания</i>	<i>Не справляется с простейшими задачами, вопросами и другими видами заданий</i>	<i>Грамотно и без ошибок справляется с простейшими задачами, вопросами и другими видами заданий</i>
<i>Самостоятельность выполнения задания</i>	<i>Не может предложить решение при видоизменении заданий</i>	<i>Может обосновать принятое решение при видоизменении заданий</i>
<i>Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы</i>	<i>Не умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам</i>	<i>Грамотно и аргументировано умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам</i>

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено

<i>Анализ результатов выполненных заданий</i>	<i>Не произведен анализ результатов выполненного задания при необходимости такого анализа</i>	<i>Произведен анализ результатов выполнения задания и сделаны выводы</i>
<i>Обоснование результатов выполненных заданий</i>	<i>Представляемые результаты не обоснованы</i>	<i>Представляемые результаты обоснованы и в целом аргументированы, имеются ссылки на нормативные, справочные и учебно-методические источники</i>

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
ПК-8 Способен к организации технического и материального обеспечения эксплуатации объектов профессиональной деятельности ПК-8.2. Оформляет документацию на приобретение изделий, материалов, нормативных и методических документов для обеспечения эксплуатации объектов профессиональной деятельности	
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
Умения	Полнота выполненного задания
	Качество выполненного задания
	Самостоятельность выполнения задания
	Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы
Навыки	Анализ результатов выполненных заданий
	Обоснование результатов выполненных заданий

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	<i>Не зачтено</i>	<i>Зачтено</i>
<i>Знание терминов, определений, понятий</i>	<i>Не знает терминов и определений</i>	<i>Знает термины и определения</i>
<i>Знание основных закономерностей, соотношений, принципов</i>	<i>Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний</i>	<i>Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует</i>
<i>Объем освоенного материала</i>	<i>Не знает значительной части материала дисциплины</i>	<i>Знает материал дисциплины в достаточном объеме</i>
<i>Полнота ответов на вопросы</i>	<i>Не дает ответы на большинство вопросов</i>	<i>Дает полные ответы на поставленные вопросы</i>

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Полнота выполненного задания	Не выполняет простейшие задания по планированию и обработке экспериментальных данных	Выполняет типовые задания по планированию и обработке экспериментальных данных
Качество выполненного задания	Не справляется с простейшими задачами, вопросами и другими видами заданий	Грамотно и без ошибок справляется с простейшими задачами, вопросами и другими видами заданий
Самостоятельность выполнения задания	Не может предложить решение при видоизменении заданий	Может обосновать принятое решение при видоизменении заданий
Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы	Не умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам	Грамотно и аргументировано умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Анализ результатов выполненных заданий	Не произведен анализ результатов выполненного задания при необходимости такого анализа	Произведен анализ результатов выполнения задания и сделаны выводы
Обоснование результатов выполненных заданий	Представляемые результаты не обоснованы	Представляемые результаты обоснованы и в целом аргументированы, имеются ссылки на нормативные, справочные и учебно-методические источники

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации, самостоятельной работы студентов	Письменные столы; стулья; доска аудиторная для рисования маркером; проекционное оборудование; компьютеры, подключенные к сети ВУЗа с выходом в интернет; лицензионное программное обеспечение Microsoft Office
2	Читальный зал библиотеки для	Специализированная мебель;

самостоятельной работы	компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
------------------------	--

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
1	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
2	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Кузнецов В. А. Математические модели теплотехнологических процессов: Методические указания. – Белгород: Изд-во БГТУ имени В.Г. Шухова, 2004. – 64 с.
2. Кузнецов В.А., Трубаев П.А. Математические модели теплопереноса в высокотемпературных установках: монография. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. – 272 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017112816464969400000655211>, по регистрации.
3. Трубаев П.А., Кузнецов В. А., Беседин П. В. Методы компьютерного моделирования горения и теплообмена в цементных вращающихся печах. – Белгород: Изд. БГТУ им. В. Г. Шухова, 2008. – 230 с.
4. Губарь Ю.В. Введение в математическое программирование: учебное пособие / Губарь Ю.В. – Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 225 с. — ISBN 978-5-4497-0872-4. – Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/101994.html>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.
5. Баженова И.Ю. Введение в программирование: учебное пособие / Баженова И.Ю., Сухомлин В.А.. – Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 326 с. – ISBN 978-5-4497-0652-2. – Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/97539.html>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей

6. Хилл К. Научное программирование на Python / Хилл К. – Москва : ДМК Пресс, 2021. – 646 с. – ISBN 978-5-97060-914-9. – Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/125125.html>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей
7. Компьютерные методы математических исследований: методические указания к самостоятельной работе по дисциплинам «Численные методы» и «Компьютерное моделирование». – Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. – 30 с. – Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/55102.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
8. Широков А. И. Алгоритмизация и программирование на языке «Питон» (Python): методические указания / А. И. Широков. – Москва: МИСИС, 2021. – 48 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/238331>. – Режим доступа: для авториз. пользователей..

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Научно-образовательная электронно-библиотечная система IPR Books: [сайт]. – Электрон. дан. – Режим доступа: www.iprbookshop.ru.
2. Электронная библиотечная система изд-ва Лань: <http://e.lanbook.com>
3. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова: <https://elib.bstu.ru/>
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/>
5. GitHub: Let's build from here. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://github.com/>, свободный.
6. Colaboratory - Google. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://colab.research.google.com/>, свободный

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ¹

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями²

Протокол № _____ заседания кафедры от «__» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО

¹ Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

² Нужно подчеркнуть