

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Кафедра «Цифровая энергетика »



УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор
/Т.Р.Змызгова/
Т.Р.Змызгова 2023 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

Моделирование в теплоэнергетике и теплотехнике

(наименование дисциплины)

образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата
13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность:
Энергообеспечение предприятий

Формы обучения: очная, заочная.

Курган 2023

Рабочая программа дисциплины «Моделирование в теплоэнергетике и теплотехнике» составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата Теплоэнергетика и теплотехника (Энергообеспечение предприятий), утвержденными:

- для очной формы обучения «30» июня 2023 года;
- для заочной формы обучения «30» июня 2023 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Цифровая энергетика» «29» августа 2023 года, протокол № 1.

Рабочую программу составил:
доцент



С.В. Титов

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«Цифровая энергетика»



В.И. Мошкин

Специалист по учебно-методической
работе учебно-методического отдела



Г.В. Казанкова

Начальник Управления
Образовательной деятельности



И.В. Григоренко

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 3 зачетных единицы трудоемкости (108 академических часа)

Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		5
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:	32	32
Лекции	16	16
Лабораторные работы	16	16
Практические занятия	-	-
Самостоятельная работа, всего часов в том числе:	76	76
Подготовка к зачету	18	18
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	58	58
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	108	108

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		5
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:	6	6
Лекции	2	2
Лабораторные работы	4	4
Практические занятия	-	-
Самостоятельная работа, всего часов в том числе:	102	102
Подготовка контрольной работы	18	18
Подготовка к зачету	18	18
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	66	66
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	108	108

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Моделирование в теплоэнергетике и теплотехнике» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.(Б1.В.05)

Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям обучающа формируются на основе программы среднего (полного) общего образования по физике, математике, информатики.

Результаты обучения по дисциплине необходимы для изучения дисциплины «Котельные установки и парогенераторы».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью изучения дисциплины «Моделирование в теплоэнергетике и теплотехнике» является освоение методов анализа и моделирования тепловых полей.

Задачами дисциплины являются:

- познакомить обучающихся с основными методами анализа стационарных и нестационарных тепловых полей;
- дать информацию о путях повышения эффективности анализа тепловых полей с помощью компьютерного моделирования.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность к проведению моделирования процессов в теплоэнергетике (ПК-9).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- знать особенности моделирование полевых задач (для ПК-9);
- знать новое современное программное обеспечение, позволяющее реализовывать моделирование тепловых полей и сокращающее сроки проведения экспериментов.
- уметь выявлять основные технические параметры теплотехнического эксперимента, определять граничные условия и возможность моделирования конкретными программными продуктами с соблюдением необходимой методики (для ПК-9);
- владеть методикой моделирования различных типов тепловых поле (для ПК-9).

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-тематический план

Очная форма обучения

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
			Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Введение	2	-	-
	2	Создание и импорт геометрии.	3	-	2
	3	Моделирование стационарных тепловых полей.	3	-	4
		РУБЕЖНЫЙ КОНТРОЛЬ №1			2
Рубеж 2	4	Особенности нестационарных тепловых полей.	2	-	-
	5	Свойства нестационарных тепловых полей.	3	-	2
	6	Дополнительные возможности ПО Elcut.	3	-	4
		РУБЕЖНЫЙ КОНТРОЛЬ №2		-	2
Всего:			16	-	16

Заочная форма обучения

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
		Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
1	Введение	-	-	-
2	Создание и импорт геометрии.	0,5	-	-
3	Моделирование стационарных тепловых полей.	0,5	-	2
4	Особенности нестационарных тепловых полей.	0,5	-	-
5	Моделирование нестационарных тепловых полей.	0	-	2
6	Дополнительные возможности ПО Elcut.	0,5	-	-
Всего:		2	-	4

4.2. Содержание лекционных занятий

Тема 1. Введение

Область использования моделирования в теплоэнергетики. Особенности, граничные условия и преимущества моделирование. Программное обеспечение, применяемое для моделирования тепловых полей.

Тема 2. Создание и импорт геометрии

Анализ поставленной задачи по моделированию. Определение типа задачи. Создание задачи. Интерфейс программного обеспечения.

Тема 3. Моделирование стационарных тепловых полей.

Этапы моделирования поставленной задачи, создание геометрической модели. Физические свойства. Связи модели. Получение и анализ результатов моделирования.

Тема 4. Особенности нестационарных тепловых полей.

Отличие задания характеристик нестационарного поля. Установка временных промежутков моделирования.

Тема 5 Свойства нестационарных тепловых полей.

Этапы моделирования нестационарного поля. Отличие функций моделирования от стационарного поля. Получение и анализ результатов моделирования. Дополнительные временные возможности анализа при моделировании нестационарного теплового поля

Тема 6. Дополнительные возможности ПО Elcut. Возможность моделирования сложных термомеханических полей и напряженного состояния. Использование дифференциальных калькуляторов. Связь ПО Elcut с другими программными продуктами CAD систем.

Подготовка к лабораторным работам (по 2 часа на каждое занятие)	12	4
Выполнение контрольной работы	-	18
Подготовка к зачету	18	18
Всего:	76	102

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности обучающихся в КГУ (для очной формы обучения).
2. Задания для лабораторных занятий.
3. Отчёты обучающихся по лабораторным работам.
4. Контрольная работа. (для заочной формы обучения).
5. Банк тестовых заданий к рубежным контролям № 1, № 2 (для очной формы обучения)
6. Перечень вопросов к зачету.

6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся по дисциплине

№	Наименование	Содержание					
1	Распределение баллов за семестр по видам учебной работы (доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии), сроки сдачи учебной работы (при необходимости)	<i>Распределение баллов за 5 семестр (для очной формы обучения)</i>					
		Вид УР:	Посещение лекций	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Зачет
		Балльная оценка:	До 16	До 16	19	19	30
	Примечания:	8 лекций по 2 балла	До 4-х баллов за лабораторную работу	На 4 лабораторной работе	На последней лабораторной работе		
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	60 и менее баллов – незачтено; 61 баллов и более - зачтено.					
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического	Для допуска к промежуточной аттестации по дисциплине за семестр обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контролей не менее 51 балла. В случае если обучающийся набрал менее 51 балла, то к аттестационным испытаниям он не допускается. Для получения зачета без проведения процедуры					

	<p>зачета по дисциплине, возможность получения бонусных баллов</p>	<p>промежуточной аттестации обучающемуся необходимо набрать в ходе текущего и рубежных контролей не менее 61 балла. В этом случае итог балльной оценки, получаемой обучающимся, определяется по количеству баллов, набранных им в ходе текущего и рубежных контролей. При этом, на усмотрение преподавателя, балльная оценка обучающегося может быть повышена за счет получения дополнительных баллов за академическую активность.</p> <p>Обучающийся, имеющий право на получение оценки без проведения процедуры промежуточной аттестации, может повысить ее путем сдачи аттестационного испытания. В случае получения обучающимся на аттестационном испытании 0 баллов итог балльной оценки по дисциплине не снижается.</p> <p>За академическую активность в ходе освоения дисциплины, участие в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности обучающемуся могут быть начислены дополнительные баллы. Максимальное количество дополнительных баллов за академическую активность составляет 30.</p> <p>Основанием для получения дополнительных баллов являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнение дополнительных заданий по дисциплине; дополнительные баллы начисляются преподавателем; - участие в течение семестра в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности КГУ.
4	<p>Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) обучающихся для получения недостающих баллов в конце семестра</p>	<p>В случае если к промежуточной аттестации (зачету) набрана сумма менее 51 балла, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра.</p> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>

6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

После каждой лабораторной работы проходит её защита. Преподаватель оценивает выполнение лабораторной работы и правильность ответов на контрольные вопросы.

Для допуска к зачету обучающийся заочной формы обучения должен сдать контрольную работу, варианты которой приведены в пункте 4.5. Преподаватель проверяет и оценивает правильность выполнения контрольной работы.

Рубежный контроль проводится в форме письменного тестирования.

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает со обучающимися основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты тестовых заданий для рубежных контролей № 1 и № 2 состоят из 19 вопросов.

На каждое тестирование при рубежном контроле обучающемуся отводится время не менее 30 минут.

Преподаватель оценивает в баллах результаты тестирования каждого обучающегося по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

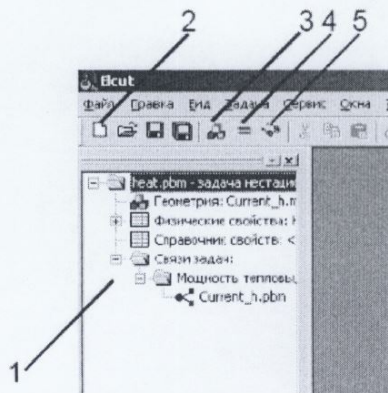
Зачет проводится по билетам. Билет состоит из 2 вопросов, на которые обучающийся дает развернутый ответ. За правильный ответ на каждый вопрос обучающийся максимально может получить 15 баллов. Время, отводимое обучающемуся на билет, составляет 1 астрономический час.

Результаты текущего контроля успеваемости зачета заносятся преподавателем в зачетную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день зачета, а также выставляются в зачетную книжку обучающегося.

6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и зачета

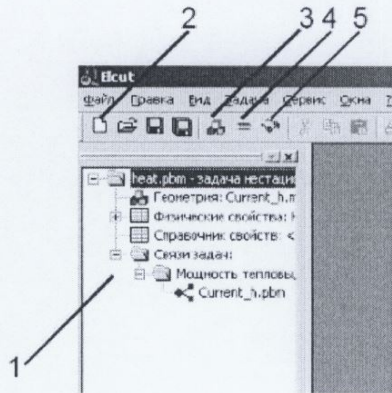
Рубежный контроль №1

1. Назначение кнопки 1?



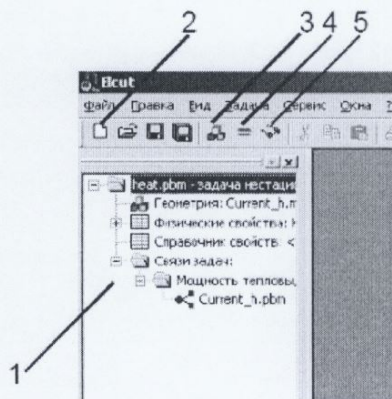
- А) позволяет приступить к созданию новой задачи;
- Б) позволяет открыть модель и провести с ней редактирование;
- В) позволяет запустить решение задачи;
- Г) позволяет просмотреть результат решения задачи;
- Д) располагается задача, которая была активной на момент последнего закрытия программы.

2. Назначение кнопки 2?



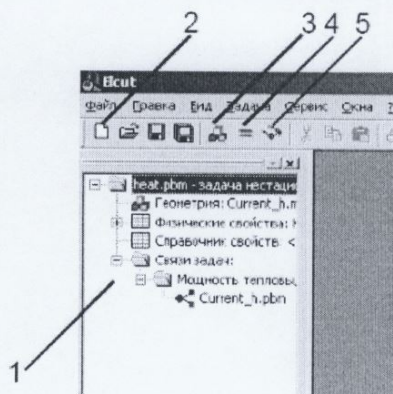
- А) позволяет приступить к созданию новой задачи;
- Б) позволяет открыть модель и провести с ней редактирование;
- В) позволяет запустить решение задачи;
- Г) позволяет просмотреть результат решения задачи;
- Д) располагается задача, которая была активной на момент последнего закрытия программы.

3. Назначение кнопки 3?



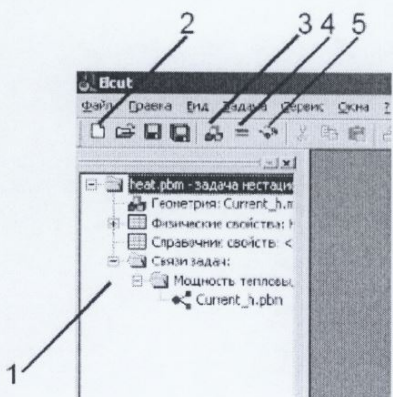
- А) позволяет приступить к созданию новой задачи;
- Б) позволяет открыть модель и провести с ней редактирование;
- В) позволяет запустить решение задачи;
- Г) позволяет просмотреть результат решения задачи;
- Д) располагается задача, которая была активной на момент последнего закрытия программы;

4. Назначение кнопки 4?



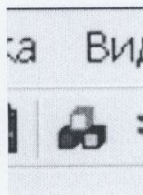
- А) позволяет приступить к созданию новой задачи;
- Б) позволяет открыть модель и провести с ней редактирование;
- В) позволяет запустить решение задачи;
- Г) позволяет просмотреть результат решения задачи;
- Д) располагается задача, которая была активной на момент последнего закрытия программы

5. Назначение кнопки 5?



- А) позволяет приступить к созданию новой задачи;
- Б) позволяет открыть модель и провести с ней редактирование;
- В) позволяет запустить решение задачи;
- Г) позволяет просмотреть результат решения задачи;
- Д) располагается задача, которая была активной на момент последнего закрытия программы.

6. Данная иконка обозначает...



- А) Связи задач;
- Б) Физические свойства;
- В) Геометрия.

7. Построение геометрии осуществляется графическими примитивами:
(укажите лишние примитивы)

- А) Гипотенуза;
- Б) Ребро;
- В) вершина;
- Г) Узел.

8. Какие стандартные геометрические фигуры имеются в графическом редакторе Elcut? (укажите лишние фигуры)

- А) Квадрат;
- Б) Эллипс;
- В) Прямоугольник;
- Г) Круг.

9. Какая последовательность правильно отображает присвоение меток блока?

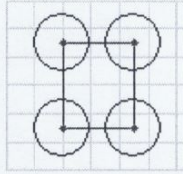
- А) Щелкнуть мышью внутри блока .Блок станет выделенным заливкой красного цвета.
- Б) Открыть левой кнопкой меню Правка/Свойства.
- В) После появления формы Свойства выделенных объектов ,в окно Метка поместите имя метки.
- Г) Все последовательности верны.

10. От чего зависит перечень свойств метки блока?

- А) заданных материалов;
- Б) температуры ;
- В) типа задачи;
- Г) пользователь сам создает данный перечень.

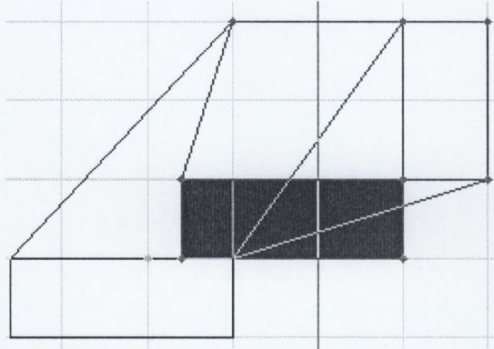
Рубежный контроль №2

1. Чем больше шаг дискретизации, тем...



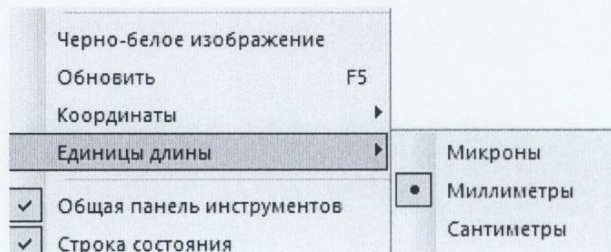
- A) ...больше время решения;
- B) ...больше погрешность;
- B) ...больше размер сетки.

2. При перемещении выделенной части модели в редакторе данных с помощью мыши, связи между подвижной и неподвижными частями...



- A) ...сохраняются;
- B) ...удаляются;
- B) ...сохраняются или удаляются в зависимости от режима.

3. Какие единицы длины используются в ELCUT?

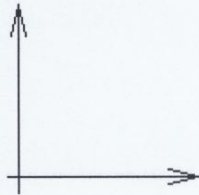


- A) ... всегда метры;
- B) ... только из системы СИ;
- B) ... выбираются пользователем.

4. **Какие есть варианты экспорта результатов расчета?**

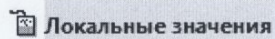
- А) ... Можно экспортировать результаты прямоугольной области, задаваемой в постпроцессоре;
- Б) ... Можно экспортировать результаты всей модели;
- В) ... Можно экспортировать результаты для задаваемой в постпроцессоре прямоугольной области и для всей модели.

5. **В плоской задаче ось X расположена...**



- А) ...горизонтально;
- Б) ...вертикально;
- В) ...перпендикулярно плоскости экрана;
- Г) ...выбирается пользователем.

6. **Получение результатов в точке возможно...**



Локальные значения

- А) ...для любого узла геометрической модели;
- Б) ...в произвольной точке внутри расчетной области;
- В) ...на всех ребрах геометрической модели;
- Г) ...в любой точке экрана.

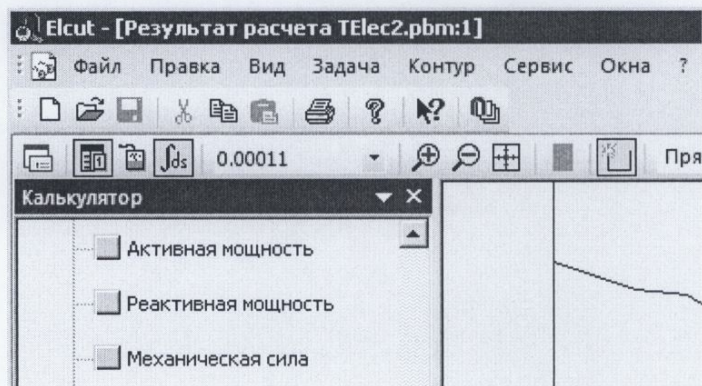
7. **Импорт IGES файлов осуществляется...**

- А) ... диалогом при создании новой модели;
- Б) ... командой меню "Файл" препроцессора;
- В) ... командой из меню "Инструменты";
- Г) ... не поддерживается ELCUT.

8. **Какой из перечисленных наборов файлов не может представить полного комплекта, достаточного для запуска задачи ELCUT на решение?**

- А) ... test.pbm, test.mod, test.des;
- Б) ... test.mod, test.des, test.res;
- В) ... test.pbm, test.mod, test.des, test.res.

9. Как осуществляется вычисление интегральных величин при отсутствии выбранного контура в постпроцессоре?



- А) ...для всей модели в целом;
- Б) ...для первого блока модели;
- В) ...для области, попавшей в окно постпроцессора;
- Г) ...не вычисляется.

10. Что означает сообщение "Недостаточно граничных условий"?



Не хватает граничных условий

- А) В задаче нет помеченных ребер;
- Б) В задаче нет помеченных вершин;
- В) Не заданы свойства блока;
- Г) Среди меток вершин и ребер задачи нет ни одной, где задан потенциал.

Примерный список вопросов для зачета

1. Назовите этапы решения тепловых задачи в ELCUTe.
2. Структура тепловой задачи (файлы составляющие задачу). Перечислить, их взаимосвязь и редактирование.
3. Этапы создания тепловой задачи. Отличия для различных типов задач.
4. Этапы создания геометрической модели. Возможность создание другими графическими редакторами и конвертация в ELCUT.
5. Определение физических свойств модели.
6. Анализ результатов. Формы выводов результатов моделирования.
7. Теплопередача. Особенности. Пример стационарной теплопередачи.
8. Теплопередача. Особенности. Пример нестационарной теплопередачи.

- редачи.
9. Установка и настройка. Структура и компоненты установленной программы.
 10. Экспорт и импорт геометрии.
 11. Ручная генерация сетки.
 12. Автоматическое улучшение сетки.
 13. Использование библиотек..
 14. Нелинейная зависимость (сплайны), функции.
 15. Связанные задачи и особенности их выполнения. Пример связанной задачи.

Темы рефератов для неуспевающих

1. Назначение программного обеспечения ELCUT.
2. Применение программного обеспечения ELCUT для моделирования стационарных тепловых полей.
3. Применение программного обеспечения ELCUT для моделирования не стационарных тепловых полей.
4. Создание геометрии в ELCUT Импорт графических объектов в ELCUT.

6.5 Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1. Основная учебная литература

1.1. Моделирование в электроэнергетике [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Ф. Шаталов, И. Н. Воротников, М. А. Мастепаненко и др. - Ставрополь: АГРУС, 2014. - 140 с. - ISBN 978-5-9596-1059-3.- Доступ из ЭБС «znanium.com»

7.2. Дополнительная учебная литература

1. Моделирование систем управления с применением Matlab: Учебное пособие / А.Н. Тимохин, Ю.Д. Румянцев. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 256 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-010185-9 - Доступ из ЭБС «znanium.com»

2. Моделирование и численная оптимизация замкнутых систем автоматического управления в программе VisSim/Жмудь В.А. - Новосибир.: НГТУ, 2016. - 124 с.: ISBN 978-5-7782-2103-1 - Доступ из ЭБС «znanium.com»

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Методические указания к выполнению контрольной работы по дисциплине «Моделирование в теплоэнергетике и теплотехнике» для обучающихся направления 13.03.01 заочной формы обучения/ Титов С.В. – Курган, 2016. – 4 с.

9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. dist.kgsu.ru - Система поддержки учебного процесса КГУ.
2. <http://www.rosteplo.ru>. РосТепло.RU. Информационная система по теплоснабжению. [Электрон-ный ресурс]. –Режим доступа: свободный.
3. <http://www.edu.ru/> Федеральный портал «Российское образование».
4. БС КГУ: <http://dspace.kgsu.ru>
5. ЭБС «Консультант студента»: <http://www.studentlibrary.ru>
6. ЭБС «znanium.com»: <http://znanium.com>.
7. Официальный сайт программы ELCUT: <http://elcut.ru>

10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1. ЭБС «Лань».
2. ЭБС «Консультант студента».
3. ЭБС «Znanium.com».
4. «Гарант» - справочно-правовая система.
5. ПО Elcut фирмы TOP. (Студенческая версия).

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

12. ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Моделирование в теплоэнергетике и теплотехнике»

образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата
13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность:
Энергообеспечение предприятий

Трудоемкость дисциплины: 3 ЗЕ (108 академических часа)
Семестр: 5 (очная форма обучения), 5 (заочная форма обучения)
Форма промежуточной аттестации: зачет

Содержание дисциплины
Моделирование температурных полей. Метод конечных элементов. Физическая модель. Граничные условия. Геометрическая модель. Экранный и программный интерфейс. Интегральный калькулятор.