

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Энергетический факультет

Кафедра Тепловых электрических станций

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Мирошников С.Ф.

« ____ » _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.1.2.Численные методы решения задач теплопередачи

на 72 часа(ов), 2 зачетных(ые) единиц(ы)

для направления подготовки (специальности) 13.04.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом
Министерства образования и науки Российской Федерации от
« ____ » _____ 20 ____ г. № _____

Магистерская программа – Технология производства электрической и тепловой энергии
(для набора 2018)

Форма обучения очная, заочная

1. Организационно-методический раздел

1.1 Цель и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

Освоение учащимися методов и алгоритмов численного решения базовых задач теплопередачи, а также основ практического использования прикладных программ для визуализации и анализа получаемых результатов.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение основ численных методов в решении практических задач.
- изучение методов решения нелинейных уравнений.
- изучение методов решения систем линейных и нелинейных уравнений.
- изучение способов алгоритмизации различных задач теплоэнергетики.
- получение навыков самостоятельной работы в прикладных программах.

1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Для освоения дисциплины обучающийся должен иметь базовую подготовку по математике и физике и информатики в объеме программы общеобразовательной средней школы. При изучении дисциплины должна быть обеспечена ее преемственность и логическая связь с предшествующими теплоэнергетическими дисциплинами. Данный курс предполагает получение студентами необходимой теоретической и практической подготовки при изучении ими основных дисциплин специальности: "Котельные установки и парогенераторы", "Паровые и газовые турбины", "Тепловые и атомные электрические станции", "Тепломассообмен", "Техническая термодинамика". Предварительно для успешного освоения дисциплины в вузе обучающемуся необходимо: знать: термодинамические процессы и циклы; конструкцию и принципы работы основного оборудования электростанций, методы решения уравнений тепломассообмена; уметь: пользоваться термодинамическими таблицами и диаграммами состояния воды и водяного пара в i - s координатах, определять место оборудования в тепловой схеме ТЭС; выбирать вспомогательное теплообменное оборудование по справочной литературе, применять методы решения уравнений тепломассообмена. иметь опыт: решения типовых задач по гидрогазодинамике и тепломассообмену, тепловому расчету элементов котельных и паротурбинных установок, а также режимов работы ТЭС, применения методов решения уравнений тепломассообмена. Предполагается также, что обучающиеся получили определенные практические знания в ходе своей работы на энергетических предприятиях региона. Дисциплина «Численные методы решения задач теплопередачи» входит в вариативную часть учебного плана подготовки и является дисциплиной по выбору. Дисциплина изучается в 1 учебном семестре для очной формы обучения и во 2 учебном семестре для заочной формы.

1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы), 72 часов.

Очная форма

Виды занятий	Распределение по семестрам		Всего часов
	1 семестр		
Общая трудоемкость			72
Аудиторные занятия, в т.ч.	36		36

лекционные (ЛК)	0	0
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	35	35
лабораторные (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа студентов (СРС)	36	36
Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет	0
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		

Заочная форма

Виды занятий	Распределение по семестрам	Всего часов
	2 семестр	
Общая трудоемкость		72
Аудиторные занятия, в т.ч.	8	8
лекционные (ЛК)	0	0
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	8	8
лабораторные (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа студентов (СРС)	64	64
Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет	0
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ОПК-1	Способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки

ОПК-2	Способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы
ПК-2	Способность к проведению технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования

Планируемые результаты обучения по дисциплине для последовательного достижения уровней сформированности компетенций

Результат обучения	
Знать	Пороговый: 1) Методологию научных исследований и основные методы научного познания. 2) Теоретические основы вычислительной математики. 3) Основные применяемые в решении задач численные методы решения.
	Стандартный: 1) Методологию научных исследований и основные методы научного познания. 2) Теоретические основы вычислительной математики. 3) Основные применяемые в решении задач численные методы решения. 4) Преимущества и недостатки различных численных методов
	Эталонный: 1) Методологию научных исследований и основные методы научного познания. 2) Теоретические основы вычислительной математики. 3) Основные применяемые в решении задач численные методы решения. 4) Преимущества и недостатки различных численных методов. 5) Существующие оценки точности, сходимости и устойчивости численных методов
	Пороговый: 1) Продуктивно работать с источниками информации, находить оптимальные пути решения поставленных задач. 2) Применять базовые численные методы решения математических и инженерных задач. 3) Правильно выбирать численный метод, наиболее подходящий к решению задачи.

Уметь	Стандартный: 1) Продуктивно работать с источниками информации, находить оптимальные пути решения поставленных задач. 2) Применять базовые численные методы решения математических и инженерных задач. 3) Правильно выбирать численный метод, наиболее подходящий к решению задачи. 4) Уверенно программировать базовые численные методы для решения задачи на компьютере.
	Эталонный: 1) Продуктивно работать с источниками информации, находить оптимальные пути решения поставленных задач. 2) Применять базовые численные методы решения математических и инженерных задач. 3) Правильно выбирать численный метод, наиболее подходящий к решению задачи. 4) Уверенно программировать базовые численные методы для решения задачи на компьютере. 5) Применять методы оценки погрешности и устойчивости решения
Владеть	Пороговый: 1) Методами численного и машинного решения прикладных задач.
	Стандартный: 1) Методами численного и машинного решения прикладных задач. 2) Численными методами решения задач нестационарной теплопроводности.
	Эталонный: 1) Методами численного и машинного решения прикладных задач. 2) Численными методами решения задач нестационарной теплопроводности. 3) Методами конечноразностных аппроксимаций уравнений.

3. Содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
				ЛК	ПЗ(СЗ)	ЛР	
1	1	Основы математического моделирования	34	0	16	0	18

2	2	Основные виды задач решаемых численными методами	38	0	20	0	18
Итого			72	0	36	0	36

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
				ЛК	ПЗ(СЗ)	ЛР	
1	1	Основы математического моделирования	36	0	4	0	32
2	2	Основные виды задач решаемых численными методами	36	0	4	0	32
Итого			72	0	8	0	64

3.2. Лекционные занятия

3.3. Практические (семинарские) занятия

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание практических(семинарских) занятий
1	1	Введение в математическое моделирование. Элементарная теория погрешности. Методы решения скалярных уравнений. Решение нелинейных уравнений вида $F(x)=0$ методом сканирования. Решение нелинейных уравнений вида $F(x)=0$ методом половинного деления. Решение нелинейных уравнений вида $F(x)=0$ методом хорд. Решение системы линейных уравнений методом Гаусса. Методы решения систем линейных и нелинейных уравнений.

2	2	Решение задач теплопроводности в стационарном режиме. Постановка задачи и создание алгоритма. Решение задач теплопроводности в стационарном режиме. Реализация алгоритма на ЭВМ и анализ полученных результатов. Решение задачи поиска параметров теплоносителя и температуры внутреннего воздуха для потребителя в СЦТ. Постановка задачи. Решение задачи поиска параметров теплоносителя и температуры внутреннего воздуха для потребителя в СЦТ. Создание модели. Решение задачи поиска параметров теплоносителя и температуры внутреннего воздуха для потребителя в СЦТ. Реализация модели на ЭВМ. Решение задачи поиска параметров теплоносителя и температуры внутреннего воздуха для потребителя в СЦТ. Анализ полученных результатов. Решение задачи поиска конечных параметров теплоносителя для трубопровода произвольной длины. Постановка задачи. Решение задачи поиска конечных параметров теплоносителя для трубопровода произвольной длины. Создание модели. Решение задачи поиска конечных параметров теплоносителя для трубопровода произвольной длины. Реализация модели на ЭВМ. Решение задачи поиска конечных параметров теплоносителя для трубопровода произвольной длины. Анализ полученных результатов.
---	---	--

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание практических(семинарских) занятий
1	1	Введение в математическое моделирование. Элементарная теория погрешности. Методы решения скалярных уравнений. Решение нелинейных уравнений вида $F(x)=0$ методом сканирования. Методы решения систем линейных и нелинейных уравнений.
2	2	Решение теплопроводности в стационарном режиме. Постановка задачи и создание модели и ее реализация на ЭВМ. Решение задачи поиска параметров теплоносителя и температуры внутреннего воздуха для потребителя в СЦТ. Постановка задачи и создание модели и ее реализация на ЭВМ.

3.4. Лабораторные занятия

3.5. Организация самостоятельной работы

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание материала выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной работы
1	1	Математическое моделирование как средство решения практических задач. Приемы разработки математических моделей. Содержание и состав теоретической математической модели. Решение систем нелинейных уравнений методом «пристрелки по цели». Аппроксимация функций. Интерполирование функций.	Работа с электронными образовательными ресурсами. Составление конспекта.
2	2	Численные методы решения задач теплообмена.	Работа с электронными образовательными ресурсами. Составление конспекта.

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание материала выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной работы
1	1	Математическое моделирование как средство решения практических задач. Приемы разработки математических моделей. Содержание и состав теоретической математической модели. Решение нелинейных уравнений вида $F(x)=0$ методом половинного деления, методом хорд. Решение системы линейных уравнений методом Гаусса. Решение систем нелинейных уравнений методом «пристрелки по цели». Аппроксимация функций. Интерполирование функций.	Работа с электронными образовательными ресурсами. Составление конспекта.
2	2	Численные методы решения задач теплообмена.	Работа с электронными образовательными ресурсами. Составление конспекта.

4. Интерактивные формы образовательных технологий

Модуль	Номер раздела	Вид учебных занятий	Образовательные технологии	Количество часов
1	1	ПЗ	Работа с электронными образовательными ресурсами	2
1	1	ПЗ	Работа с электронными образовательными ресурсами	2
2	2	ПЗ	Работа с электронными образовательными ресурсами	2

5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

6.1.1. Печатные издания

1. Батухтин, А.Г.
Применение методов математического моделирования в задачах теплоэнергетики : моногр. / А. Г. Батухтин, М. С. Басс, И. Ю. Батухтина. - Чита : ЗабГУ, 2015. - 177 с. - ISBN 978-5-9293-1452-0 : 177-00.
2. Маккавеев, Вячеслав Владимирович.
Оптимизация отпуска теплоты при качественно-количественном регулировании открытых систем теплоснабжения / Маккавеев Вячеслав Владимирович, Куприянов Олег Егорович, Батухтин Андрей Геннадьевич. - Чита : ЧитГУ, 2009. - 132с. - ISBN 978-5-9293-0483-5 : б/ц.
3. Батухтин, Андрей Геннадьевич.
Разработка критериев и методов совершенствования систем централизованного теплоснабжения, функционирующих в условиях резко континентального климата / Батухтин Андрей Геннадьевич. - Чита : РНИУМЛ ЗабГУ, 2013. - 216 с. - ISBN 978-5-9293-0898-7 : 152-00
4. Батухтин, Андрей Геннадьевич.
Особенности моделирования современных систем централизованного теплоснабжения / Батухтин Андрей Геннадьевич. - Чита : ЗабГУ, 2012. - 128 с. - ISBN 978-5-9293-0834-5 : 96-00.

6.1.2. Издания из ЭБС

6.2. Дополнительная литература

6.2.1. Печатные издания

1. Клушин, Юрий Александрович.
Тепловые электрические станции : введение в специальность: учеб. пособие / Клушин Юрий Александрович. - Москва : Энергоиздат, 1982. - 144 с. : ил. - 0-30.
2. Качан, Аркадий Дмитриевич.
Справочное пособие по технико-экономическим основам ТЭС / Качан Аркадий Дмитриевич, Яковлев Борис Владимирович. - Минск : Выш. шк., 1982. - 318с. : ил. - 1-70.
3. Техничко-экономические основы проектирования ТЭС : учеб. пособие / Батухтин Андрей Геннадьевич [и др.]. - Чита : ЗабГУ, 2012. - 140 с. - ISBN 978-5-9293-0766-9 : 100-00.

6.2.2. Издания из ЭБС

1. Кудинов, А.А. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. / А. А. Кудинов, С. К. Зиганшина; Кудинов А.А.; Зиганшина С.К. - Moscow : Машиностроение, 2011. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. [Электронный ресурс] / Кудинов А. А., Зиганшина С. К. - М.: Машиностроение, 2011. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942755584.html>. - ISBN 978-5-94275-558-4.

6.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Библиотека ЗабГУ; – Режим доступа: <http://library.zabgu.ru/>
2. ЭБС «Троицкий мост»; – Режим доступа: <http://www.trmost.ru>
3. ЭБС «Лань»; – Режим доступа: <http://www.e.lanbook.ru>
4. ЭБС «Юрайт»; – Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>
5. ЭБС «Консультант студента»; – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>
6. ЭБС «Юрайт»; – Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>
7. ЭБС «Консультант студента»; – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>
8. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. – Режим доступа: <http://www.gpntb.ru/>
9. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU– Режим доступа: <https://elibrary.ru/>
10. Библиотека строительства – Режим доступа: <http://www.zodchii.ws>
11. Библиотека технической литературы. – Режим доступа: <http://techlib.org>
12. Библиотека технической литературы. – Режим доступа: <http://listlib.narod.ru/>
13. Техническая библиотека. – Режим доступа: <http://techlibrary.ru/>
14. Книги по технике – Режим доступа: <http://www.yugzone.ru/x/science-technical/>
15. Автомобильная литература. – Режим доступа: <http://www.driveforce.ru/>
16. ТехЛит.ру – Режим доступа: <http://www.tehlit.ru/>
17. Электронная библиотека «eKNIGI». – Режим доступа: <https://eknigi.org/tehnika/>

7. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

672039, г. Чита, ул. Баргузинская, 49 корпус 1:

ауд. 03-115. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: Комплект специализированной учебной мебели. Доска аудиторная маркерная. Мультимедийное оборудование (переносное): ноутбук, проектор (хранится в ауд.03-116).

ауд. 03-120. Учебная аудитория для проведения курсового и дипломного проектирования, самостоятельной работы. Оснащение: Комплект специализированной учебной мебели. Доска аудиторная маркерная. Мультимедийное оборудование (переносное): ноутбук, проектор (хранится в ауд.03-116). ПК-6 шт. (в т.ч. преподавательский), принтер - 3 шт. Доступ к сети Интернет и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

9. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Для эффективного освоения материала дисциплины необходимым является выполнение следующих требований:

- обязательное посещение всех занятий, способствующее системному овладению материалом курса;

- все вопросы соответствующих разделов и тем по дисциплине необходимо фиксировать (на любых носителях информации);
- обязательное самостоятельное выполнение домашних заданий является важнейшим требованием и условием формирования целостного и системного знания по дисциплине;
- обязательность личной активности каждого студента на всех занятиях по дисциплине;
- в случаях неясности каких-либо вопросов, обсуждаемых на занятиях, необходимо задать соответствующие вопросы преподавателю, а не оставлять их непонятыми;
- в случаях пропусков занятий по уважительным причинам студентам предоставляется право подготовки и представления заданий и ответов на вопросы изученного материала, с расчетом на помощь преподавателя в его усвоении;
- в случаях пропусков без уважительной причины студент обязан самостоятельно изучить соответствующий материал;

Для эффективного освоения материала дисциплины в ходе практических занятий необходимо выполнение следующих требований:

- четко понимать цели предстоящих занятий (предварительно формулируются преподавателем);
- владеть навыками поиска, обработки, адаптации и презентации необходимого материала;
- уметь четко формулировать и отстаивать собственный взгляд на рассматриваемые проблемные вопросы, который необходимо подкреплять адекватной аргументацией;
- уметь выделять и формулировать противоречия по рассматриваемым проблемам, понимая их источники;
- владеть навыками публичного выступления (логично, ясно и лаконично излагать свои мысли; адекватно оценивать восприятие и понимание слушателями представляемого материала; отвечать на задаваемые вопросы; приводить адекватные и убедительные аргументы в защиту своей позиции и т.д.);
- уметь критически оценивать собственные знания, умения и навыки в динамике в сравнении с таковыми у других, с целью раскрытия дополнительных возможностей их развития;
- при подготовке к занятиям обязательно изучить рекомендуемую литературу;
- оценить различные точки зрения на проблемные вопросы нескольких исследователей, а не ограничиваться рассмотрением позиции одного автора;
- при формулировке собственной точки зрения предусмотреть убедительную ее аргументацию и возможность возникновения спорных ситуаций;
- владеть навыками работы в команде (при выполнении определенных заданий, предполагающих работу в микрогруппах, при проведении ролевых игр, дискуссий и т.д.).

Порядок организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов предполагает:

- самостоятельный поиск, обработку (анализ, синтез, обобщение и систематизацию), адаптацию необходимой по дисциплине информации;
- выполнение заданий для самостоятельной работы;
- изучение и усвоение теоретического материала, представленного на лекционных занятиях и в соответствующих литературных источниках (рекомендуемая основная и дополнительная литература);
- самостоятельное изучение отдельных вопросов курса;
- подготовка к практическим и семинарским занятиям, в соответствии с рекомендациями преподавателя (выполнение конкретных заданий, соответствующие организационные действия и т.д.).

Разработчик/группа разработчиков: доцент, Требунских Сергей Анатольевич

**Рассмотрена на заседании кафедры
(протокол от 01.09.2018 г. № 1)**