Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ганеев Винер Валиахметович
Должность: Директор
Дата подписания: 22.10.2026 10:02:05
Уникальный программный ключ:
fceab25d7092f3bff743e8ad3f8d57fddc1f5e66

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»

Бирский филиал

ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан
подписано ЭЦП Гайсин Ф.Р.
(подпись, инициалы, фамилия)

«26» 02 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование тепловых процессов
(наименование дисциплины)

ОПОП ВО программа магистратуры
01.04.02 Прикладная математика и информатика
шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль, специализация)

Направленность (профиль) "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ"
наименование направленности (профиля, специализации)

форма обучения
очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Бирск 2026 г.

Рабочая программа составлена на основании учебного плана основной профессиональной образовательной программы 01.04.02 Прикладная математика и информатика профиль Направленность (профиль) "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ", одобренного ученым советом Бирского филиала Уфимского университета науки и технологий (протокол №7 от 27.02.2026 г.) и утвержденного директором Бирского филиала 27.02.2026.

Зав.кафедрой кафедры высшей математики и физики *(наименование кафедры разработчика программы)*	*подписано ЭЦП*	Чудинов В.В.
Разработчик программы	*подписано ЭЦП*	Латыпов И.И.
Руководитель образовательной программы	*подписано ЭЦП*	Бигаева Л.А.

1. Цель дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

1.1. Цель дисциплины

Цель изучения дисциплины: освоение методов описания реальных процессов и явлений тепло-массообмена, принципов системного анализа, математического и имитационного моделирования; формирование умений и навыков применения методов точного и приближенного решения практических задач теплообмена, проведения численного эксперимента, способов оценки численных результатов и анализ адекватности результатов исследуемому явлению.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1. – Результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной
код компетенции	наименование компетенции	
ПК-3	Способен организовывать проведение работ по проектированию и внедрению автоматизированных систем управления технологическими процессами	ПК-3.1. Организует анализ и оптимизацию процессов управления жизненным циклом АСУ технологическими процессами.
		ПК-3.2. Организует разработку, внедрение и сопровождение АСУ технологическими процессами.
		ПК-3.3. Планирует мероприятия по контролю над работами по разработке и внедрению АСУ технологическими процессами.
ПК-4	Способен организовывать и проводить научно-исследовательские работы при исследовании самостоятельных тем	ПК-4.1. Планирует научно-исследовательские работы при исследовании самостоятельных тем
		ПК-4.2. Организует научно-исследовательские работы при исследовании самостоятельных тем.
		ПК-4.3. Проводит научно-исследовательские работы при исследовании самостоятельных тем

2. Структура и трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 6 зачетные единицы (з.е.), 216 академических часов.

Таблица 2 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов	Количество часов в семестре
Общая трудоемкость дисциплины	216	1 семестр - 72 2 семестр - 144

Виды учебной работы	Всего, часов	Количество часов в семестре
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	78	1 семестр - 30 2 семестр - 48
в том числе:		
лекции	24	1 семестр - 12 2 семестр - 12
лабораторные занятия	18	2 семестр - 18
практические занятия	36	1 семестр - 18 2 семестр - 18
Другие виды работ в соответствии с УП:		
контрольная работа	0.5	1 семестр - 1
консультации	0	
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	138	1 семестр - 42 2 семестр - 96
Из них:		
контроль	0	
ФКР:		
зачет	0	
зачет с оценкой	0.2	2 семестр - 1
курсовая работа (проект)	0	
экзамен	0	

3 Содержание дисциплины

Таблица 3 – Содержание дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности						Форма текущего контроля успеваемости
		Лек, час.	Лаб, час.	П, час.	ДЗ, час.	КоР, час.	СРС, час.	
1 курс / 1 семестр								
1	Основы тепломассообмена. Уравнение распространения тепла в среде. Основы понятия тепломассообмена. Предмет теории теплообмена. Поле температур и поле тепловых потоков.Коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи. Пропорциональность вектора теплового потока градиенту температуры..Основной закон теплопроводности Фурье. Уравнение распространения тепла в вещественной среде. Уравнение распространения тепла в жидких и газовых смесях. Дифференциальное уравнения теплопроводности. Гиперболическое уравнение теплопроводности. Уравнения гидродинамики. Поле температур и поле скоростей.	4		2			10	Тестирование

2	Краевые условия. Условия подобия. Временные и пространственные краевые условия. Краевые условия к уравнению гидродинамики. Краевые условия к уравнению теплопроводности. Условия на границе фаз. Условия подобия процессов теплообмена. Критерии и числа подобия.	2		2			6	Решение задач, Тестирование
3	Основные методы решения краевых задач. Нахождение решения уравнения теплопроводности классическими методами: метод разделения переменных, метод функции источника, операционный метод, метод конечных интегральных преобразований. Метод сеток.	2		6			8	Решение задач, Тестирование
4	Уравнение стационарной теплопроводности. Дифференциальное уравнение стационарной теплопроводности. Теплопроводность через плоскую, цилиндрическую, шаровую стенки. Внутренние источники тепла.	2		2			8	Решение задач, Тестирование
5	Уравнение нестационарной теплопроводности. Краевые задачи для нестационарного уравнения теплопроводности с граничными условиями 1, 2, 3 родов для неограниченного тела, пластины, шара и цилиндра.	2		6			9.5	Решение задач, Тестирование
6	Контрольная работа					1	0.5	
Итого по 1 курсу 1 семестру		12		18		1	42	
1 курс / 2 семестр								
1	Температурное поле тела с переменной температурой среды. Температурное поле тела (пластина, шар, цилиндр, полуограниченное тело) с переменной (линейная, экспоненциальная функция времени) температурой среды. Тепловые волны. Обобщенное решение.	2	4	2			16	Тестирование, Лабораторная работа
2	Температурное поле с источниками тепла.	2	2	4			16	Решение задач, Лабораторная

	Температурное поле с непрерывными источниками тепла. Полуограниченное тело, пластина, шар, цилиндр. Температурное поле тела (полуограниченное тело, пластина, шар, цилиндр) с мгновенными источника тепла.							работа
3	Краевые задачи с граничным условием четвертого рода. Краевые задачи с граничным условием четвертого рода. Система двух полуограниченных тел. Система двух неограниченных пластин. Теплообмен между телом и обтекающим его потоком жидкости.	2	4	2			16	Решение задач, Лабораторная работа
4	Температурное поле при изменении агрегатного состояния тела. Температурное поле при изменении агрегатного состояния тела. Задача промерзания влажного грунта. Задача охлаждения и затвердевании металла.	2	2	4			16	Решение задач
5	Нелинейные дифференциальные уравнения теплопроводности. Краевые задачи дифференциального уравнения теплопроводности с переменными теплофизическими коэффициентами.	2	4	4			15.8	Решение задач, Лабораторная работа
6	Сингулярно возмущенные краевые задачи нестационарного уравнения теплопроводности. Сингулярно возмущенные краевые задачи нестационарного уравнения теплопроводности. Методы решения.	2	2	2			16	Решение задач
7	Дифференцированный зачет				1		0.2	
Итого по 1 курсу 2 семестру		12	18	18	1		96	
Итого по дисциплине		24	18	36	1	1	138	

Таблица 4 – Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Объем, час.

Таблица 5 – Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Наименование семинарских и практических работ	Объем, час.

4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины. Баллы, выставляемые за конкретные виды деятельности представлены ниже.

Контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости

Тестовые задания

Описание тестовых заданий: тестовые задания включают тесты закрытого типа (с одним правильным ответом), тесты на установлении последовательности и на установление соответствия. Оценка за выполнение тестовых заданий выставляется на основании процента заданий, выполненных студентами в процессе прохождения промежуточного и рубежного контроля знаний

Образец тестов

Вопрос 19. Для краевой задачи теплопроводности в одномерном стержне, концы которого имеют координаты x = 0 и x = L, в случае, когда границы теплоизолированы, уравнение теплопроводности дополняют граничными условиями вида (u(x,t) - температура в стержне):

1) $u(0,t)=0;\ u(L,t)=0$;
2) $u(0,t)=T_0;\ u(L,t)=T_L$;
3) $\left.\frac{\partial u(x,t)}{\partial x}\right|_{x=0}=T_0;\ \left.\frac{\partial u(x,t)}{\partial x}\right|_{x=L}=T_L$;
4) $\left.\frac{\partial u(x,t)}{\partial x}\right|_{x=0}=0;\ \left.\frac{\partial u(x,t)}{\partial x}\right|_{x=L}=0$.

Вопрос 20. Для краевой задачи теплопроводности в одномерном стержне, концы которого имеют координаты x = 0 и x = L, в случае, когда на границах задан тепловой поток, уравнение теплопроводности дополняют граничными условиями вида (u(x,t) - температура в стержне):

1) $u(0,t)=0;\ u(L,t)=0$;
2) $u(0,t)=T_0;\ u(L,t)=T_L$;
3) $\left.\frac{\partial u(x,t)}{\partial x}\right|_{x=0}=Q_0;\ \left.\frac{\partial u(x,t)}{\partial x}\right|_{x=L}=Q_L$;
4) $\left.\frac{\partial u(x,t)}{\partial x}\right|_{x=0}=0;\ \left.\frac{\partial u(x,t)}{\partial x}\right|_{x=L}=0$.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения тестовых заданий

Описание методики оценивания выполнения тестовых заданий: оценка за выполнение тестовых заданий ставится на основании подсчета процента правильно выполненных тестовых заданий.

Критерии оценки (в баллах):

- **9-10** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 81 – 100 %;

- **7-8** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 61 – 80 %;
- **4-6** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 41 – 60 %;
- **до 4** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 40 %;

Контрольная работа

Тема: Приближенное решение смешанной краевой задачи для дифференциального уравнения параболического типа (уравнения теплопроводности) методом сеток

Задание: 1) Найти приближенное решение смешанной краевой задачи для дифференциального уравнения параболического типа (уравнения теплопроводности) неявным методом сеток.
2) Задания для своего варианта взять из пособия:
Воробьева Г.Н., Данилова А.Н. Практикум по вычислительной математике. -М.: Высшая школа, 1990. (стр. 172-173, Глава X, Работа №3)
3) Построить график (сечения) полученного решения, оценить погрешность решения и сделать вывод.

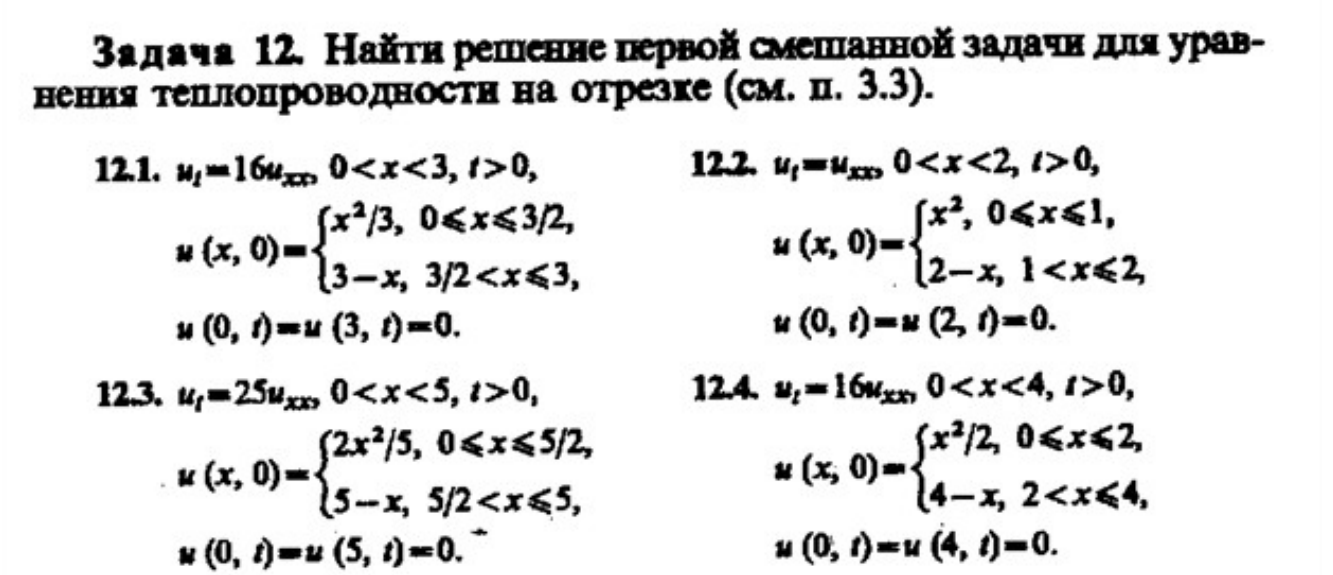
Методические материалы, определяющие процедуру оценивания контрольной работы

Описание методики оценивания: при оценке выполнения студентом контрольной работы максимальное внимание следует уделять следующим аспектам: насколько полно в теоретическом вопросе раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; демонстрируются высокий уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владение навыками практической деятельности; кейс-задание решено на высоком уровне, содержит аргументацию и пояснения.
Критерии оценки (в баллах):
- **9-10** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе полно раскрыто содержание материала; четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; демонстрируются высокий уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владение навыками практической деятельности; кейс-задание решено на высоком уровне, содержит пояснения; тестовые задания решены свыше, чем на 80%; уровень знаний, умений, владений – высокий;
- **7-8** баллов выставляется студенту, если В теоретическом вопросе раскрыто основное содержание материала; в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины; ответ самостоятельный; определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения в последовательности изложения; небольшие недостатки при использовании научных терминов; кейс-задание решено верно, но решение не доведено до завершающего этапа; тесты решены на 60-80%. Уровень знаний, умений, владений – средний;
- **5-6** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе усвоено основное, но непоследовательно; определения понятий недостаточно четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, практических занятий; уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владения навыками практической деятельности невысокий, наблюдаются пробелы и неточности; в решение кейс-задания верно выполнены некоторые этапы; тесты решены на 40-60%; уровень знаний, умений, владений – удовлетворительный;
- **менее 5** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе не изложено основное содержание учебного материала, изложение фрагментарное, не последовательное; определения понятий не четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию,

владения навыками практической деятельности очень низкий; тесты решены менее, чем на 40 %; уровень знаний, умений, владений – недостаточный.

Решение задач

Решение задач способствует формированию умений и навыков относящихся к конкретной сфере деятельности



Задача 12. Найти решение первой смешанной задачи для уравнения теплопроводности на отрезке (см. п. 3.3).

12.1. $u_t = 16u_{xx}$, $0 < x < 3$, $t > 0$,

$$u(x, 0) = \begin{cases} x^2/3, & 0 \leqslant x \leqslant 3/2, \\ 3 - x, & 3/2 < x \leqslant 3, \end{cases}$$

$u(0, t) = u(3, t) = 0$.

12.2. $u_t = u_{xx}$, $0 < x < 2$, $t > 0$,

$$u(x, 0) = \begin{cases} x^2, & 0 \leqslant x \leqslant 1, \\ 2 - x, & 1 < x \leqslant 2, \end{cases}$$

$u(0, t) = u(2, t) = 0$.

12.3. $u_t = 25u_{xx}$, $0 < x < 5$, $t > 0$,

$$u(x, 0) = \begin{cases} 2x^2/5, & 0 \leqslant x \leqslant 5/2, \\ 5 - x, & 5/2 < x \leqslant 5, \end{cases}$$

$u(0, t) = u(5, t) = 0$.

12.4. $u_t = 16u_{xx}$, $0 < x < 4$, $t > 0$,

$$u(x, 0) = \begin{cases} x^2/2, & 0 \leqslant x \leqslant 2, \\ 4 - x, & 2 < x \leqslant 4, \end{cases}$$

$u(0, t) = u(4, t) = 0$.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания решения задач

Описание методики оценивания выполнения решения задачи: уделяется внимание выбранному алгоритму, рациональному способу решения, правильному применению формул, получению верного ответа.
Критерии оценки
5 баллов выставляется студенту, если: составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении, в выборе формул и решении нет ошибок, получен верный ответ, задача решена рациональным способом.
4 баллов выставляется студенту, если: составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; правильно сделан выбор формул для решения; есть объяснение решения, но задача решена нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ.
3 баллов выставляется студенту, если: задача понята правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах; задача решена не полностью или в общем виде.
1 баллов выставляется студенту, если: задача решена неправильно.
0 баллов выставляется студенту, если: задача не решена.

Лабораторная работа

Лабораторные работы
Форма отчёта:

1. Постановка задач. Краткая теория (метод решения). Геометрическая интерпретация.
2. Алгоритм решения поставленной задачи. (Блок-схема).
3. Текст программы.
4. Тестовый пример.
5. Численный расчёт по данным исходной задачи с оценкой погрешности результата. Протокол работы программы.
6. Анализ полученного результата.

Пояснения к отдельным пунктам отчета.
Постановка задачи включает краткую математическую формулировку задачи с пояснением отдельных моментов, а также необходимые графики и/или рисунки. Должны быть приведены основные моменты применяемых методов.
Алгоритм решения задачи может быть оформлен или в виде блок-схемы, или в словесной форме. Допускается описание алгоритма осмысленными частями (блоками).
Текст программы численного решения задачи должен быть написан на предлагаемом языке программирования, который может быть изменен по согласованию с преподавателем данного курса.
Под тестовым примером или тестом понимается задача (аналогичная по постановке искомой задаче) у которой известно точное решение, что позволяет сравнить численные результаты (приближенное и точное решения) и оценить допускаемую погрешность. По результатам тестирования должен быть сделан вывод.
Протокол работы программы должен включать результаты как по тестовому примеру, так и численного расчета искомой задачи. Результаты численных расчетов должны быть оформлены по всем правилам записи приближенных чисел т.е. запись приближенного решения только с верными значащими цифрами и допускаемой погрешностью.
Анализ численных результатов должен дать ответ на вопрос, соответствуют ли полученные результаты искомому решению поставленной задачи.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения лабораторных работ

Описание методики оценивания выполнения лабораторной работы: оценка (баллы) за выполнение лабораторной работы ставится на основе оценивания трудоемкости выполняемых действий, оценки достижения поставленной цели и правильности выполнения отдельных пунктов (шагов) лабораторной работы. Оцениваемые пункты (шаги, виды деятельности) при выполнении лабораторной работы определяются в соответствии с формой отчета по лабораторной работе.
Форма отчёта:

1. Постановка задач. Краткая теория (метод решения). Геометрическая интерпретация.
2. Алгоритм решения поставленной задачи. (Блок-схема).
3. Текст программы.
4. Тестовый пример.
5. Численный расчёт по данным исходной задачи с оценкой погрешности результата. Протокол работы программы.
6. Анализ полученного результата.

Пояснения к отдельным пунктам отчета.
Постановка задачи включает краткую математическую формулировку задачи с пояснением отдельных моментов, а также необходимые графики и/или рисунки. Должны быть приведены основные моменты применяемых методов.
Алгоритм решения задачи может быть оформлен или в виде блок-схемы, или в словесной форме. Допускается описание алгоритма осмысленными частями (блоками).
Текст программы численного решения задачи должен быть написан на предлагаемом языке программирования, который может быть изменен по согласованию с преподавателем данного курса (например, это может быть команды или операции пакета прикладных программ).
Под тестовым примером или тестом понимается задача (аналогичная по постановке искомой задаче) у которой известно точное решение, что позволяет сравнить численные результаты (приближенное и точное решения) и оценить допускаемую погрешность. По результатам тестирования должен быть сделан вывод.
Протокол работы программы должен включать результаты как по тестовому примеру, так и численного расчета искомой задачи. Результаты численных расчетов должны быть оформлены по всем правилам записи приближенных чисел, т.е. запись приближенного решения только с верными значащими цифрами и допускаемой погрешностью.

Анализ численных результатов должен дать ответ на вопрос, соответствуют ли полученные результаты искомому решению поставленной задачи и почему.

Описание методики оценивания выполнения практических работ: оценка за выполнение тестовых заданий ставится на основании знания теоретического материала по теме практической работы, умений и навыков применения знаний на практике, работы с оборудованием, анализировать результаты практической работы.

Критерии оценки*:*

- **5** баллов выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач лабораторной работы, хода работы, применяемых методик исследования; демонстрируется полное знание теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются умения и навыки работы с оборудованием, применения знания на практике, анализа результатов лабораторной работы и формулирование выводов, владение навыками прикладной деятельности;
- **4** балла выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач лабораторной работы, хода работы, имеются пробелы в знании применяемых методик исследования; демонстрируется неполное знание фактического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются некоторые недостатки умения работать с оборудованием, применять знания на практике, недостатки владения навыками прикладной деятельности и способности анализировать результаты лабораторной работы, формулировать выводы, прослеживать причинно-следственные связи;
- **3** балла выставляется студенту, если демонстрируются неполные знания цели и задач лабораторной работы, хода работы, применяемых методик исследования; демонстрируется неполное, несистемное знание теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются заметные недостатки в умении работать с оборудованием, применять знания на практике, недостаточно владеет навыками прикладной деятельности, способностью анализировать результаты лабораторной работы и формулировать выводы, прослеживать причинно-следственные связи;
- **2** балла выставляется студенту, если демонстрируются полное или почти полное отсутствие знания цели и задач лабораторной работы, хода работы, применяемых методик исследования; демонстрируется полное или почти полное отсутствие знания теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются значительные недостатки умения работать с оборудованием, применять знания на практике, владения навыками прикладной деятельности, способности анализировать результаты лабораторной работы и формулировать выводы, прослеживать причинно-следственные связи.

Дифференцированный зачет

Примерные вопросы к дифзачету, 1 курс / 2 семестр

1. Предмет теории теплообмена.
2. Поле температур и поле тепловых потоков.
3. Коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи.
4. Основной закрн теплопроводности Фурье.
5. Уравнение распространения тепла в вещественной среде.
6. Уравнение распространения тепла в жидких и газовых смесях.
7. Дифференциальное уравнения теплопроводности.
8. Гиперболическое уравнение теплопроводности.
9. Уравнения гидродинамики. Поле температур и поле скоростей.
10. Временные и пространственные краевые условия.
11. Краевые условия уравнения гидродинамики.
12. Краевые условия уравнения теплопроводности.

13. Условия на границе фаз.
14. Условия подобия процессов теплообмена.
15. Критерии и числа подобия.
16. Нахождение решения уравнения теплопроводности классическими методами: метод разделения переменных.
17. Нахождение решения уравнения теплопроводности классическими методами: метод функции источника.
18. Нахождение решения уравнения теплопроводности классическими методами: операционный метод.
19. Нахождение решения уравнения теплопроводности классическими методами: метод конечных интегральных преобразований.
20. Нахождение решения уравнения теплопроводности классическими методами: метод сеток.
21. Дифференциальное уравнение стационарной теплопроводности.
22. Теплопроводность через плоскую стенку.
23. Теплопроводность через цилиндрическую стенку.
24. Теплопроводность через шаровую стенку.
25. Дифференциальное уравнение стационарной теплопроводности в области с внутренними источниками тепла.
26. Краевые задачи для нестационарного уравнения теплопроводности с граничными условиями 1, 2, 3 родов для неограниченного тела.
27. Краевые задачи для нестационарного уравнения теплопроводности с граничными условиями 1, 2, 3 родов для пластины.
28. Краевые задачи для нестационарного уравнения теплопроводности с граничными условиями 1, 2, 3 родов для шара.
29. Краевые задачи для нестационарного уравнения теплопроводности с граничными условиями 1, 2, 3 родов для цилиндра.
30. Температурное поле тела (пластина, шар, цилиндр, полуограниченное тело) с переменной (линейная, экспоненциальная функция времени) температурой среды.
31. Тепловые волны.
32. Обобщенное решение.
33. Температурное поле с непрерывными источниками тепла. Полуограниченное тело, пластина, шар, цилиндр.
34. Температурное поле тела (полуограниченное тело, пластина, шар, цилиндр) с мгновенными источника тепла.
35. Краевые задачи с граничным условием четвертого рода.
36. Система двух полуограниченных тел.
37. Система двух неограниченных пластин.
38. Теплообмен между телом и обтекающим его потоком жидкости.
39. Температурное поле при изменении агрегатного состояния тела.
40. Задача промерзания влажного грунта.
41. Задача охлаждения и затвердевании металла.
42. Краевые задачи дифференциального уравнения теплопроводности с переменными теплофизическими коэффициентами.
43. Сингулярно возмущенные краевые задачи нестационарного уравнения теплопроводности.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения практических работ

Оценка вида деятельности в виде дифференцированного зачета, складывается из оценок выполнения практических заданий, лабораторных работ, контрольных работ, тестирования, вопросов к зачету.

Оценка «**отлично**» выставляется в случае, если

- студент свободно владеет терминологией;
- хорошо ориентируется в теоретических вопросах курса;

- свободно применяет на практике теоретические положения;
- самостоятельно разработал и реализовал алгоритмы решения задач поставленных в в рамках практических и лабораторных заданий.

Оценка «**хорошо**» выставляется в случае, если

- студент владеет основным теоретическим материалом, терминологией;
- разработал и реализовал алгоритмы решения задач поставленных в рамках практических и лабораторных заданий.

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется в случае, если

- студент ориентируется в основных базовых понятиях;
- в основном справился с решением задач поставленных в рамках практических и лабораторных заданий.

Оценка “**неудовлетворительно**” выставляется студенту, который не знает значительной части материала по программе, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

Задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме:

2 семестр - дифзачет.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах.

Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов.

Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине при использовании модульно-рейтинговой системы

Критериями оценивания при модульно-рейтинговой системе являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины:

Шкалы оценивания:

Рейтинг-план дисциплины

Таблица перевода баллов текущего контроля в баллы рейтинга

	5	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	5	3	2	2	1	1	1	1	1	1
2		5	4	3	2	2	2	2	2	1
3			5	4	3	3	3	2	2	2

4				5	4	4	3	3	3	2
5					5	5	4	4	3	3
6						5	5	4	4	3
7							5	5	4	4
8								5	5	4
9									5	5
10										5

Рейтинг-план дисциплины представлен в Приложении 1.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1. Основная учебная литература

1. Видин, Ю.В. Теоретические основы теплотехники: тепломассообмен : учебное пособие / Ю.В. Видин, Р.В. Казаков, В.В. Колосов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск : СФУ, 2015. - 370 с. : ил., табл., схем. - Библиогр.: с. 331 - 332 URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497752
2. . Математическое моделирование нелинейных процессов : учеб. пособ. для студ. акад. бакалавр., обуч. по естественнонаучным напр. / А. И. Лобанов, И. Б. Петров .— Москва : Юрайт, 2019 .— 255 с. — (Бакалавр. Академический курс) .— Книга доступна в электронной библиотечной системе biblio-online.ru .— Библиогр.: с. 239 .— Прил.: с. 241 .— ISBN 978-5-9916-8897-0 : 658 р. 17 к.
3. Компьютерное моделирование физических процессов / А. В. Никитин , А. И. Слободянюк , М. Л. Шишаков .— М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011 .— 679 с. : ил .— (Развитие интеллекта школьников) .— К кн. прил. CD-ROM .— ISBN 978-5-94774-996-3 : 506 р. 00 к.

5.2. Дополнительная учебная литература

1. Тепломассообмен : учеб. для студ. вузов, обуч. по напр. "Строительство" / О. Н. Брюханов, С. Н. Шевченко .— М. : ИНФРА-М, 2015 .— 464 с. — (Высшее образование. Бакалавриат) . — ISBN 978-5-16-004803-1 : 372 р. 78 к.
2. . Тепломассообмен : учеб. пособ. для студ. вузов, обуч. по направ. подготовки 140100 "Теплоэнергетика и теплотехника" / А. А. Кудинов .— Москва : ИНФРА-М, 2015 .— 375 с. — (Высшее образование-бакалавриат) .— Электронно-библиотечная система znanium.com . — Библиогр.: с. 356-359 .— Прил.: табл. с. 360-369 .— ISBN 978-5-16-011093-6 : 769 р. 89 к. — ISBN 978-5-16-103164-3.
3. Курс лекций по теории тепломассообмена [Электронный ресурс] : учеб. пособие / авт.-сост.: А.С. Чиглинцева, Ф.Р. Хузина, А.А. Русинов, И.А.Чиглинцев ; Башкирский государственный университет, Бирский филиал .— Бирск : БФ БашГУ, 2015 .— Электрон. версия печ. публикации .— Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ .— <URL:https://elib.bashedu.ru/dl/read/Chiglincev i dr_Kurs lekciy po teorii teplomassoobmena7.pdf>.

5.3. Другие учебно-методические материалы

Перечень рекомендуемых ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», находящихся в свободном доступе

1. Общероссийский математический портал - http://www.mathnet.ru/

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/.
2. Электронная библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/.
3. Университетская библиотека онлайн biblioclub.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/.
4. Электронная библиотека УУНиТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elib.bashedu.ru/.
5. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rsl.ru/.
6. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://xn--90ax2c.xn--p1ai/viewers/.
7. Национальная платформа открытого образования npoed.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://npoed.ru/.
8. Электронное образование Республики Башкортостан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://edu.bashkortostan.ru/.
9. Информационно-правовой портал Гарант.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.garant.ru/.

Программное обеспечение

1. Браузер Google Chrome - Бесплатная лицензия https://www.google.com/intl/ru_ALL/chrome/privacy/eula_text.html
2. Браузер Яндекс - Бесплатная лицензия https://yandex.ru/legal/browser_agreement/index.html
3. Система дистанционного обучения Moodle - Бесплатная лицензия http://www.gnu.org/licenses/gpl.html
4. Математический пакет Scalib - Бесплатная лицензия https://www.scilab.org/about/scilab-open-source-software
5. LIBREOFFICE - Договор №0301400003023000002 от 14.03.2023 (бессрочный)
6. Математический пакет Maxima - Бесплатная лицензия http://maxima.sourceforge.net/ru/index.html
7. Операционная система Astra Linux - Договор 0301400003023000002 от 14 марта 2023 бессрочно

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов,	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения

лабораторий		
Аудитория 302(ФМ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Доска, компьютер, мебель, микшер mackie ms1202 vlz, проектор, система акустическая jbl contro123, усилитель. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux 3. Браузер Google Chrome
Аудитория 311(ФМ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Доска, компьютер, мебель, проектор, экран. Программное обеспечение 1. Браузер Google Chrome 2. Браузер Яндекс 3. Система дистанционного обучения Moodle 4. Математический пакет Scalib 5. Математический пакет Maxima 6. LIBREOFFICE
Аудитория 411(ФМ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Компьютер, мебель, проектор, экран. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Математический пакет Scalib 3. Математический пакет Maxima 4. Браузер Яндекс 5. Браузер Google Chrome
Аудитория 411 а(ФМ)	Для хранения оборудования	Компьютер. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux 3. Браузер Google Chrome
Аудитория 412а(ФМ)	Для консультаций, Для хранения оборудования	Компьютер, ксерокс, мебель, ноутбук, принтер, сканер canon, учебно-методическая литература. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux 3. Браузер Google Chrome
Аудитория 420(ФМ)	Для самостоятельной работы	Компьютер, мебель, нетбук,

		сканер mustek. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux 3. Браузер Google Chrome
Читальный зал(ФМ)	Для самостоятельной работы	Компьютер, мебель, учебно-методические материалы. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux