Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ганеев Винер Валиахметович
Должность: Директор
Дата подписания: 02.11.2026 14:28:19
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

Модели сплошных сред
(наименование дисциплины)

ОПОП ВО программа бакалавриата
01.03.02 Прикладная математика и информатика
шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль, специализация)

Математическое моделирование и управление процессами и системами
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 01.03.02 Прикладная математика и информатика профиль Математическое моделирование и управление процессами и системами, 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*	Русинов А.А.
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: формирование знаний, умений и навыков в области механики сплошных сред, необходимых для применения математического аппарата при решения задач механики сплошных сред, применению соответствующей процессу математической модели и проверки ее адекватности, а также проводить расчетно-модельные разработки при исследовании моделей сплошных сред.

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-1	Способен применять соответствующую процессу математическую модель, проводить численный эксперимент и анализ результата моделирования, оценивать его адекватность процессу	ПК-1.1. Применяет математические модели, соответствующие процессам, методы проведения численного эксперимента, методы анализа результата моделирования и оценки его адекватности процессу
		ПК-1.2. Проводит численный эксперимент, соответствующий процессу
		ПК-1.3. Анализирует результаты моделирования и оценивает его адекватность процессу
ПК-3	Способен проводить научно-исследовательские и расчетно-модельные разработки при исследовании самостоятельных тем	ПК-3.1. Анализирует литературные источники по сформулированным темам
		ПК-3.2. Применяет методы проведения научно-исследовательских и расчетно-модельных разработок
		ПК-3.3. Проводит научно-исследовательские и расчетно-модельные разработки при исследовании самостоятельных тем

2. Структура и трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетные единицы (з.е.), 108 академических часов.

Таблица 2 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов	Количество часов в семестре
Общая трудоемкость дисциплины	108	8 семестр - 108
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	72	8 семестр - 72
в том числе:		
лекции	0	
лабораторные занятия	0	
практические занятия	72	8 семестр - 72
Другие виды работ в соответствии с УП:		
контрольная работа	0	
консультации	0	
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	36	8 семестр - 36
Из них:		
контроль	0	
ФКР:		
зачет	0	
зачет с оценкой	0.2	8 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
		П, час.	ДЗ, час.	СРС, час.	
4 курс / 8 семестр					
1	Модели гетерогенных систем.				
1.1	Основные уравнения механики сплошных сред. Основные понятия и методы гидродинамики дисперсных систем. Односкоростная модель. Уравнения неразрывности. Уравнение импульсов. Уравнения состояния для равновесной по скоростям газожидкостной системы. Уравнение состояния для однотемпературной смеси. Уравнение состояния шампанского (или кумыса).	12		6	Решение задач
1.2	Пузырьковая жидкость. Вскипающая жидкость. Модель взаимопроникающих континиумов. Жидкость с твердыми частицами. Запыленный газ. Пузырьковая жидкость. Уравнение для изменения давления в пузырьках. Уравнение радиального движения пузырьков.	4		4	Решение задач

2	Основные задачи механики гетерогенных сред.				
2.1	Фазовые переходы. Закономерности распространения атмосферных выбросов с фазовыми переходами. Акустическое зондирование скважин.	4		4	Решение задач
2.2	Фильтрационные процессы. Нелинейные волны в гетерогенных системах. Фильтрационные процессы, применяемые к добычи нетрадиционным источникам энергии.	10		4	Решение задач
3	Основные понятия динамики гетерогенных систем.				
3.1	Плотности фаз. Средняя и истинная плотность фаз. Объемная и массовая концентрации.	10		4	Решение задач
3.2	Дисперсия. Удельное число частиц дисперсии. Химические зависимости.	12		4	Решение задач
4	Равновесные по скоростям модели.				
4.1	Уравнение неразрывности и числа частиц. Уравнение неразрывности и числа частиц.	10		4	Решение задач
4.2	Интегралы Коши- Лагранжа. Барометрические уравнения состояния. Интегралы Коши- Лагранжа.	10		5.8	Решение задач
5	Дифференцированный зачет		1	0.2	
Итого по 4 курсу 8 семестру		72	1	36	
Итого по дисциплине		72	1	36	

Таблица 4 – 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

Решение задач

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

Задачи 1-39

1. Масса жидкости движется так, что траектории частиц расположены на поверхностях коаксиальных цилиндров. Записать уравнение неразрывности.
2. Частицы жидкости движутся в плоскости, проходящей через ось z. Записать уравнение неразрывности.
3. Частицы жидкости движутся в пространстве симметрично по отношению к неподвижному центру так, что скорость каждой частицы направлена либо от центра, либо к нему и зависит только от расстояния от центра. Записать уравнение неразрывности.

Задачи 40-79

1. Струя воды из крана сужается книзу. Выведите формулу для диаметра струи в зависимости от расстояния от крана. Начальная скорость вытекающей воды - v_0, диаметр отверстия крана - D.
2. Чему равна подъемная сила крыла, обусловленная эффектом Бернулли, если площадь крыла равна S_0, а скорости потока над крылом и под ним равны соответственно v_1 и v_2?

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения решения задач

Описание методики оценивания решения задач: оценка ставится на основании знания теоретического материала по теме задачи, умений и навыков применения знаний на практике, анализировать результаты полученного решения.

Критерии оценки (в баллах*):*

- 2 балла выставляется студенту, если он правильно решил задачу. При выполнении задания студент продемонстрировал достаточно хороший уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы получены ответы на большинство дополнительных вопросов.
- 1 балл выставляется студенту, если он выполнил задание с существенными неточностями. При выполнении задания студент продемонстрировал удовлетворительное владение умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущены неточности.

- 0 баллов выставляется студенту, если он неправильно решил задачу, демонстрируется полное или почти полное отсутствие знания теоретического материала по теме задания. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.

Реферат

Темы рефератов 1-11

1. Методы измерения теплофизических параметров. Измерение коэффициента теплопроводности жидкостей и сыпучих тел. Теплофизические свойства вечномерзлого грунта. Методы измерения теплофизических свойств мерзлого грунта.
2. Линеаризация уравнений и задач МСС.
3. Распространение плоских волн конечной амплитуды (волны Римана)

Темы рефератов 12-22

1. Задачи с фазовыми переходами (задачи Стефана)
2. Методы измерения теплофизических параметров. Измерение коэффициента теплопроводности жидкостей и сыпучих тел. Теплофизические свойства вечномерзлого грунта. Методы измерения теплофизических свойств мерзлого грунта.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения реферата

Критерии и показатели, используемые при оценивании учебного реферата

Критерии	Показатели
1.Новизна реферированного текста Макс. - 20 баллов	- актуальность проблемы и темы;- новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы;- наличие авторской позиции, самостоятельность суждений.
2. Степень раскрытия сущности проблемыМакс. - 30 баллов	- соответствие плана теме реферата;- соответствие содержания теме и плану реферата;- полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы;- обоснованность способов и методов работы с материалом;- умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал;- умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы.
3. Обоснованность выбора источниковМакс. - 20 баллов	- круг, полнота использования литературных источников по проблеме;- привлечение новейших работ по проблеме (журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.д.).
4. Соблюдение требований к оформлению Макс. - 15 баллов	- правильное оформление ссылок на используемую литературу;- грамотность и культура изложения;- владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы;- соблюдение требований к объему реферата;- культура

	оформления: выделение абзацев.
5. Грамотность Макс. - 15 баллов	- отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей;- отсутствие опечаток, сокращений слов, кроме общепринятых;- литературный стиль.

Оценивание реферата

Реферат оценивается по 100 балльной шкале, балы переводятся в оценки успеваемости следующим образом:

• 86 – 100 баллов – «отлично»;
• 70 – 75 баллов – «хорошо»;
• 51 – 69 баллов – «удовлетворительно;
• мене 51 балла – «неудовлетворительно».

Баллы учитываются в процессе текущей оценки знаний программного материала.

Дифференцированный зачет

Примерные вопросы к дифзачету, 4 курс / 8 семестр

1. Понятие «сплошности» среды.
2. Эйлеров способ описания движения жидкости.
3. Лагранжев способ описания движения жидкости.
4. Понятие субстанциальной и локальной производной.
5. Уравнение гидростатики.
6. Условие гидродинамического равновесия.
7. Частота Брента – Вяйсяля.
8. Закон сохранения импульса.
9. Тензор плотности потока импульса и его представление в декартовой системе координат.
10. Уравнение Бернулли для стационарного случая.
11. Уравнение Бернулли для нестационарного случая.
12. Уравнение движения идеальной жидкости. Его представление в векторной форме и в проекциях в декартовой системе координат.
13. Условия потенциального течения жидкости.
14. Потенциальное обтекание шара.
15. Парадокс Даламбера – Эйлера.
16. Понятие присоединенной массы.
17. Присоединенная масса сферы и единицы длины бесконечного кругового цилиндра.
18. Определение функции тока.
19. Определение комплексного потенциала.
20. Примеры плоских потенциальных течений.
21. Определение комплексной скорости.
22. Определение вихревого движения жидкости.
23. Примеры стационарных вихревых движений жидкости.
24. Циркуляция скорости. Теорема Томпсона о циркуляции.
25. Элементарные вихревые движения и их взаимодействия.
26. Поверхностные гравитационные волны.
27. Дисперсионные уравнения для длинных, коротких, гравитационно-капиллярных волн.
28. Фазовые скорости длинных, коротких, гравитационно-капиллярных волн.
29. Уравнение движения вязкой несжимаемой жидкости. Его представление в век-торной форме и в проекциях в декартовой системе координат.

30. Тензор вязких напряжений. Его физический смысл и представление в декартовой системе координат.
31. Колебательные движения вязкой несжимаемой жидкости. Вязкие волны. Понятие скин – слоя
32. Пограничный слой.
33. Основные уравнения гидродинамики сжимаемой жидкости в линейном приближении.
34. Звуковые волны.
35. Энергия и импульс звуковых волн.
36. Основные понятия и методы гидродинамики дисперсных систем.
37. Односкоростная модель. Уравнения состояния для равновесной по скоростям газожидкостной системы.
38. Уравнение состояния для однотемпературной смеси.
39. Уравнение состояния шампанского (или кумыса).
40. Вскипающая жидкость.
41. Модель взаимопроникающих континиумов.
42. Запыленный газ.
43. Пузырьковая жидкость. Уравнение для изменения давления в пузырьках. Уравнение радиального движения пузырьков.
44. О взрывном истечении шампанского.
45. Гильотиновый разрыв канала.
46. Собственные колебания одиночного пузырька в жидкости. Уравнение Рэлея-Ламба.
47. Слабые собственные колебания адиабатического газового пузырька в вязкой жидко-сти. Затухание слабых колебаний за счет акустического излучения.
48. Задачи о проникании температурной волны.
49. Собственные колебания парового пузырька..
50. Волновое уравнение для равновесных систем. Волновые уравнения в рамках равновесных моделей.
51. Акустика суспензий. Дисперсионный анализ.
52. Акустика пузырьковой жидкости. Дисперсия звука из-за вязкости. Дисперсия из-за межфазного теплообмена.
53. Кипящая жидкость. Об устойчивости кипящей жидкости.
54. Акустика тумана. Газокапельная смесь. Парокапельная смесь.
55. Об акустике каналов с проницаемыми стенками.
56. Уравнение для нелинейных волн в пузырьковой жидкости и некоторые решения.
57. Бегущая волна. Ударная волна. Уединенная волна.
58. Уравнение Кортевега-де Фриза.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения дифзачета

При оценке ответа на дифзачете максимальное внимание должно уделяться тому, насколько полно раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий, верно ли использованы научные термины, насколько ответ самостоятельный, использованы ли ранее приобретенные знания, раскрыты ли раскрыты причинно-следственные связи, насколько высокий уровень умения оперирования научными категориями, анализа информации, владения навыками практической деятельности.

Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;
- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные

вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;
- 10-16 баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;
- 1-10 баллов выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:
- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме:

8 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. Нигматуллин, Р. И. Механика сплошной среды. Кинематика. Динамика. Термодинамика. Статистическая динамика : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 010701 "Фундаментальная математика и механика" и 010800 "Механика и математическое моделирование" / Р. И. Нигматуллин .— Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014 .— 639
2. Теория и задачи механики сплошных сред : учеб. пособие / Башкирский государственный университет, Бирский филиал; авт.- сост. А.С. Чиглинцева; Ф.И. Шагиева; Ф.Р. Хузина .— Бирск : БФ БашГУ, 2013 .<URL:https://elib.bashedu.ru/dl/read/Chiglinceva_Shagieva_Huzina_Teoriya i zadachi mezaniki sploshnh sred_Uch.pos_2013.pdf>.

5.2. Дополнительная учебная литература

1. Курс лекций по теории тепломассообмена : 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 https://elib.bashedu.ru/dl/read/Chiglincev i dr_Kurs lekciy po teorii teplomassoobmena7.pdf

5.3. Другие учебно-методические материалы

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. Система дистанционного обучения Moodle - Бесплатная лицензия http://www.gnu.org/licenses/gpl.html
2. Браузер Яндекс - Бесплатная лицензия https://yandex.ru/legal/browser_agreement/index.html
3. Операционная система Astra Linux - Договор 0301400003023000002 от 14 марта 2023 бессрочно
4. LIBREOFFICE - Договор №0301400003023000002 от 14.03.2023 (бессрочный)
5. Браузер Google Chrome - Бесплатная лицензия https://www.google.com/intl/ru_ALL/chrome/privacy/eula_text.html

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

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория 301 Читальный зал (электронный каталог)(ФМ)	Для самостоятельной работы	Компьютер, мебель. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE
Аудитория 302(ФМ)	Для контроля и аттестации	Компьютер. Программное обеспечение 1. Операционная система Astra Linux
Аудитория 412а(ФМ)	Для консультаций, Для хранения оборудования	Компьютер, учебно-методическая литература. Программное обеспечение 1. Операционная система Astra Linux
Аудитория 415(ФМ)	Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Компьютер, мебель. Программное обеспечение 1. Система

		дистанционного обучения Moodle 2. Браузер Яндекс 3. Браузер Google Chrome 4. LIBREOFFICE
Аудитория 420(ФМ)	Для самостоятельной работы	Компьютер, мебель, учебно-методические пособия, учебно-наглядные материалы. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux 3. Браузер Google Chrome