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 процессов газовой и волновой динамики
(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*	Запивахина М.Н.
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 волновой динамики, необходимых для выявления естественнонаучной сущности волновых процессов, применения соответствующей процессу математической модели и проверки ее адекватности, использования для решения проблем соответствующий естественнонаучный аппарат.

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

Виды учебной работы	Всего, часов	Количество часов в семестре
		2 семестр - 144
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	Распространение волн в жидкостях и газах.							
1.1	Распространение волн в жидкостях и газах. Уравнение неразрывности, уравнение импульса, уравнение импульса в форме Грамека-Ламба, интеграл Коши – Лагранжа, уравнение для плоскоодномерных волн в газах и жидкостях, уравнение для малых возмущений, распространение возмущения в полубесконечном канале, задача о распаде разрыва, задача о падении ударной волны на границу	2		4			8	Решение задач

	раздела 2-х сред, плоские волны в трехмерном пространстве, волновое уравнение в общем виде, спектральный анализ, гармоничсекие волны, стоящая волна, прохождение и отражение плоских гармонических волн через границу раздела 2-х сред при наклонном падении к границе раздела, распространение звука от сферического источника, распространение звука от цилиндрического источника.							
1.2	Распространение звука в равновесных 2-фазных системах. Скорость звука для равновесных газожидкостных систем, уравнение состояния для шампанского, уравнение состояния для вскипающей жидкости, волны Римана, акустика каналов с плоскими пористыми и проницаемыми стенками.	2		2			8	Решение задач
1.3	Нелинейные волны. Задача о гильотиновом разрыве трубопроводе, соотношения на фронте ударной волны, задача о гидравлическом ударе.	2		4			9.5	Решение задач
1.4	Поверхностные волны на воде. Волны на воде, нелинейные волны на мелкой воде, задача о разрушении плотины, солитоны.	2		4			8	Решение задач
1.5	Волны в линейно упругих телах. Тензор деформации, геометрический смысл тензора дефор-мации, тензор напряжения, уравнение импульсов, модель линейно-упругого тела, определение коэффициентов Ламе, уравнения Ламе, продольные и поперечные волны, поверх-ностные волны Релея, распространение температурных волн, распространение поперечных волн в вязкой жидкости, волновое уравнение струны и пластины, распространение поперечных волн в балке.	4		4			8	Кейс-задания
1.6	Контрольная работа					1	0.5	

Итого по 1 курсу 1 семестру		12		18		1	42	
1 курс / 2 семестр								
1	Электромагнитные волны. Рассеяние звука.							
1.1	Рассеяние звука Собственные колебания (на примере сферы), рассеяние звука твердой частицей (или пузырьком).	2	6	6			20	Тестирование, Кейс-задания, Лабораторная работа
1.2	Электромагнитные волны. Основные уравнения, электромагнитные волны, практическое применение.	4	4	4			20	Лабораторная работа, Кейс-задания
2	Технологические процессы на основе процессов газовой и волновой динамики.							
2.1	Ударно-волновые процессы Ударно-волновые процессы в газожидкостных средах. Волновые технологии в процессах фильтрации в промышленности (машиностроении, нефтегазодобычи и т.д.).	4	4	4			28	Тестирование, Лабораторная работа
2.2	Управление волновыми и газовыми процессами. Постановки задач управления волновыми и газовыми процессами. Автоматизация волновых и газовых процессов.	2	4	4			27.8	Лабораторная работа, Тестирование
3	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

1. Источником звука является….А) любое колеблющееся тело Б) тела, колеблющиеся с частотой более 20 000 ГцС) тела, колеблющиеся с частотой от 20 Гц до 20000 ГцД) тела, колеблющиеся с частотой ниже 20 Гц

2. **Громкость звука определяется…**А) амплитудой колебаний источника звука Б) частотой колебаний источника звукаС) периодом колебаний источника звука Д) скоростью движения источника звука

3. **В каких единицах измеряется длина звуковой волны?**А) в метрах в секунду Б) в секундах С) в Герцах Д) в метрах

4. **В какой среде из перечисленных скорость звука будет наибольшей?**А) воздух Б) вакуум С) вода Д) свинец

5. **Какой волной является звук?**А) продольной Б) поперечной С) имеет продольно-поперечный характер

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

1. Определить величину удельной поверхности песка (поверхности песчинок, заключенных в 1 м3 песчаного пласта), пористость которого m = 25% и эффективный диаметр песчинок 0.2 мм . Найти также число частиц в единице объема пласта, принимая их форму сферической.
2. Показать, что пористость m и просветность n фиктивного грунта не зависят от диаметра частиц, слагающих грунт. Рассмотреть случай, когда угол грани ромбоэдра θ = 90o.

3. Определить пористость и пересветность ячейки фиктивного грунта (по Слихтеру) в случае, когда угол грани ромбоэдра $\theta=90^0$.

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

1. Какой плотностью должен быть глинистый раствор, закачиваемый в скважину для того, чтобы не было фонтанирования флюида через устьевую арматуру, если глубина скважины от устья до забоя 1800 м. Пластовое давление, измеренное прибором Рпл = 20,8 МПа.
2. На какую высоту будет фонтанировать скважина, если открыть устьевую арматуру Глубина скважины Н = 320 м. Манометр, установленный в устье скважины, показывает давление Р =0,032 МПа. В забое вода плотностью r = 1000 кг/м3.
3. Определите динамическую пористость породы объемом 6•108 м3, если объем, занятый подвижной жидкостью 3•102 м3.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания решения задач

Описание методики оценивания: при оценке решения задач наибольшее внимание должно быть уделено тому, насколько полно раскрыто содержание материала, четко и правильно даны ли определения, раскрыто содержание понятий, верно ли использованы научные термины, использованы ли аргументированные доказательства, опыт деятельности, использованы ли ранее приобретенные знания, раскрыты ли причинно-следственные связи, насколько высок уровень умения оперирования научными категориями, анализа информации, владения навыками практической деятельности.

Критерии оценки (в баллах):

- **2** балла выставляется студенту, если задача грамотно проанализирована, установлены причинно-следственные связи, демонстрируются умения работать с источниками информации, владения навыками практической деятельности, найдено оптимальное решение задачи;
- **1** балл выставляется студенту, если задача проанализировано поверхностно, не установлены причинно-следственные связи, демонстрируются слабые умения работать с источниками информации, неуверенное владение навыками практической деятельности, найдено решение задачи, но имеются значительные недочеты;
- **0** баллов выставляется студенту, если задача не проанализирована, не установлены причинно-следственные связи, демонстрируется отсутствие умения работать с источниками информации, не сформированы навыки практической деятельности, решение задачи не найдено.

Кейс-задания

Описание кейс-заданий: кейс-задание представляет собой ситуационную задачу, требующую осмысления, анализа, а затем решения. Решение кейс-задания должно быть аргументированным, содержать пояснения.

1. Сравнить скорость продольной и сдвиговой акустических волн, распространяющихся в образце алюминия большого размера.
2. Сравнить скорость продольной и сдвиговой акустических волн, распространяющихся в образце свинца большого размера.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения кейс-заданий

Описание методики оценивания: при оценке решения кейс-задания наибольшее внимание должно быть уделено тому, насколько полно раскрыто содержание материала, четко и правильно даны ли определения, раскрыто содержание понятий, верно ли использованы научные термины, использованы ли аргументированные доказательства, опыт деятельности, использованы ли ранее приобретенные знания, раскрыты ли причинно-следственные связи, насколько высок уровень умения оперирования научными категориями, анализа информации, владения навыками практической деятельности.

Критерии оценки (в баллах) (должны строго соответствовать рейтинг плану по макс. и мин. колич. баллов и только для тех, кто учится с использованием модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов):

- **2** балла выставляется студенту, если задание грамотно проанализировано, установлены причинно-следственные связи, демонстрируются умения работать с источниками информации, владение навыками практической деятельности, найдено оптимальное решение кейс-задание;
- **1** балл выставляется студенту, если задание проанализировано поверхностно, не установлены причинно-следственные связи, демонстрируются слабые умения работать с источниками информации, неуверенное владение навыками практической деятельности, найдено решение кейс-задания, но имеет значительные недочеты;
- **0** баллов выставляется студенту, если задание не проанализировано, не установлены причинно-следственные связи, демонстрируется отсутствие умения работать с источниками информации, не сформированы навыки практической деятельности, решение кейс-задания не найдено.

Лабораторная работа

Изучение зависимости скорости звука от модуля Юнга.
1. Рассчитайте теоретические значения скоростей звука для разных материалов, используя соответствующие значения модуля Юнга.
2. Постройте график зависимости скорости звука от плотности материала и проанализируйте его.
3. Постройте график зависимости скорости звука от величины модуля Юнга и проанализируйте его.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения лабораторных работ

Лабораторные работы по волновой динамике предполагают решение разннобразных задач, в том числе с помощью ЭВМ.
Описание методики оценивания: при оценке решения задач наибольшее внимание должно быть уделено тому, насколько полно раскрыто содержание материала, четко и правильно даны ли определения, раскрыто содержание понятий, верно ли использованы научные термины, использованы ли аргументированные доказательства, опыт деятельности, использованы ли ранее приобретенные знания, раскрыты ли причинно-следственные связи, насколько высок уровень умения оперирования научными категориями, анализа информации, владения навыками практической деятельности.
Критерии оценки (в баллах) :
- **2** балла выставляется студенту, если задача грамотно проанализирована, установлены причинно-следственные связи, демонстрируются умения работать с источниками информации, владения навыками практической деятельности, найдено оптимальное решение задачи;
- **1** балл выставляется студенту, если задача проанализировано поверхностно, не установлены причинно-следственные связи, демонстрируются слабые умения работать с источниками информации, неуверенное владение навыками практической деятельности, найдено решение задачи, но имеются значительные недочеты;
- **0** баллов выставляется студенту, если задача не проанализирована, не установлены причинно-следственные связи, демонстрируется отсутствие умения работать с источниками информации, не сформированы навыки практической деятельности, решение задачи не найдено.

Дифференцированный зачет

Примерные вопросы к дифзачету, 1 курс / 2 семестр

1. Уравнение неразрывности
2. Уравнение импульса
3. Уравнение импульса в форме Грамека- Ламба
4. Интеграл Коши – Лагранжа
5. Уравнение для плоскоодномерных волн в газах и жидкостях
6. Уравнение для малых возмущений
7. Распространение возмущения в полубесконечном канале
8. Задача о распаде разрыва
9. Задача о падении ударной волны на границу раздела 2-х сред
10. Плоские волны в трехмерном пространстве
11. Волновое уравнение в общем виде
12. Спектральный анализ
13. Гармоничсекие волны
14. Стоящая волна
15. Прохождение и отражение плоских гармонических волн через границу раздела 2-х сред при наклонном падении к границе раздела
16. Распространение звука от сферического источника

17. Распространение звука от цилиндрического источника
18. Скорость звука для равновесных газожидкостных систем
19. Уравнение состояния для шампанского
20. Волны Римана
21. Акустика каналов с плоскими пористыми и проницаемыми стенками

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания ответа на дифференцированном зачете

При оценке ответа на дифференцированном зачете 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:

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. Горелик, Г.С. Колебания и волны : учебное пособие / Г.С. Горелик. - 3-е изд. - Москва : Физматлит, 2007. - 656 с. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68389
2. Перунова, М. Колебания и волны : учебное пособие / М. Перунова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2012. - 386 с. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259216
3. Ландау Л.Д. Теоретическая физика:в 3-х т.: учеб. пособ. для студ. физич. спец. ун-тов/Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц .-3-е изд., испр. и доп.-М.:Наука. Т. 1:Механика .-1973 .-208 с.

5.2. Дополнительная учебная литература

1. Аксенова, Е.Н. Общая физика. Колебания и волны (главы курса) [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.Н. Аксенова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 72 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/103055

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

5. Математический пакет Maxima - Бесплатная лицензия http://maxima.sourceforge.net/ru/index.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 217(ФМ)	Для хранения оборудования	Мебель, учебно-методические пособия.
Аудитория 302(ФМ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Мебель, усилитель. Программное обеспечение 1. Операционная система Astra Linux
Аудитория 310(ФМ)	Для консультаций	Автоматизированное рабочее место преподавателя, доска, компьютер, мебель, проектор, экран. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux 3. Браузер Google Chrome
Аудитория 311(ФМ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Компьютер, мебель, проектор. Программное обеспечение 1. Браузер Google Chrome 2. Операционная система Astra Linux 3. Система дистанционного обучения Moodle 4. Математический пакет Maxima
Аудитория 420(ФМ)	Для самостоятельной работы	Компьютер, мебель, нетбук, принтер, проектор, сканер mustek, учебно-методические пособия, учебно-наглядные материалы, экран. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux 3. Браузер Google Chrome
Читальный зал(ФМ)	Для самостоятельной работы	Компьютер, ксерокс, мебель, принтер, учебно-методические материалы.

		Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux