

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе,
качеству образования, первый
проректор

Хагуров Т.А.

подпись

« 26 » мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) Б1.О.38 МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ВОЛНОВОЙ МЕХАНИКЕ

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) Математическое моделирование в
естествознании и технологиях

Форма обучения Очная

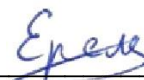
Квалификация Бакалавр_____

Краснодар 2023__

Рабочая программа дисциплины «Методы моделирования в волновой механике» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, профиль Математическое моделирование в естествознании и технологиях

Программу составил:

А.А. Еремин, кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры прикладной математики



подпись

Рабочая программа дисциплины «Основы метода конечных элементов»
утверждена на заседании кафедры прикладной математики
протокол № 10 от «18» мая 2023 г.

И.о. заведующего кафедрой (разработчика) Письменский А.В.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры,
протокол № 8 от «03» мая 2023 г.
Заведующий кафедрой (выпускающей) Бабешко В.А.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета
компьютерных технологий и прикладной математики
протокол № 5 от «19» мая 2023 г.

Председатель УМК факультета Коваленко А.В.



Рецензенты:

Свидлов А.А., кандидат физ.-мат. наук, научный сотрудник лаборатории
проблем распределения стабильных изотопов в живых системах ЮНЦ РАН, г.
Краснодар,

Голуб М.В., доктор. физ.-мат. наук, доцент, заведующий кафедрой
теории функций ФГБОУ ВО «КубГУ»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Целями изучения дисциплины «Методы моделирования в волновой механике» являются освоение ключевых понятий в области акустических и упругих волновых колебаний и изучение методологии применения интегральных преобразований для решения динамических краевых задач математической физики.

1.2 Задачи дисциплины

- сформировать у обучающихся представление об основных понятиях теории волноводов (волновое движение, бегущая волна, нормальная мода, групповая скорость и т.д.);

- освоить методики применения интегральных преобразования для решения волновых динамических краевых задач математической физики;

- развить умения анализа и практической интерпретации полученных численных результатов;

- поднять общий уровень математической культуры обучающихся;

- выработать умения использовать разного рода справочные материалы и пособия, самостоятельно расширяя математические знания, необходимые для решения практических задач.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы моделирования в волновой механике» относится к обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Она является естественным продолжением читаемых ранее курсов по современному анализу и программированию. Для успешного освоения дисциплины студент должен владеть знаниями, умениями и навыками по дисциплинам «Математический анализ» (Б1.О.04), «Алгебра и аналитическая геометрия» (Б1.О.05), «Дифференциальные уравнения» (Б1.О.09), «Численные методы» (Б1.О.13), «Методы программирования» (Б1.О.08) и «Математическое моделирование природных и техногенных объектов и процессов» (Б1.О.39)

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен решать актуальные и значимые задачи прикладной математики и информатики	
ИПК-1.8 (40.001 А/02.5 Др.2) Деятельность, направленная на решение задач актуальные и значимые задачи прикладной математики и информатики аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач	Знает основные понятия и гипотезы динамических задач линейно акустики и теории упругости и исследуемых моделей волновых процессов
	Умеет формулировать динамические краевые задачи; строить интегральное представление решения с помощью преобразования Фурье
	Владеет использованием и совершенствования численных методов и программного обеспечения для расчета характеристик волновых процессов на базе прикладных пакетов, языков и сред программирования
ПК-2 Способен активно участвовать в исследовании новых математических моделей в естественных науках	
ИПК-2.1 (06.016 А/30.6 Зн.3) Предметная область и методы математического моделирования в естественных науках	Знает состояние вопроса в области волновой динамики акустических и упругих сред, актуальные задачи и перспективные способы их решения.
	Умеет выбрать подход к исследованию задачи в области изучения волновых процессов; применять полуаналитические и прямые численные методы, и

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
	пакеты прикладных программ для решения динамических волновых задач
	Владеет навыками анализа и обсуждения полученных результатов и их представления в наглядном виде
ПК-3 Способен ориентироваться в современных алгоритмах компьютерной математики; обладать способностями к эффективному применению и реализации математически сложных алгоритмов	
ИПК-3.1 (06.001 D/03.06 Зн.3) Методы и средства проектирования программного обеспечения при реализации математически сложных алгоритмов	Знает основные программные библиотеки, реализующие необходимые для моделирования волновых процессов численные методы, для не менее, чем одного высокоуровневого языка программирования
	Умеет реализовывать элементы алгоритмов или вычислительных методов для моделирования волновых процессов в акустических и/или упругих средах в виде компьютерных программ
	Владеет навыками анализа программного кода с точки зрения его адекватности выбранному подходу к моделированию конкретного волнового процесса и его вычислительной сложности, вывода, интерпретации и анализа численных результатов

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения
		очная
		8 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:	46,2	46,2
Аудиторные занятия (всего):	42	42
лабораторные занятия	42	42
Иная контактная работа:	4,2	4,2
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:	25,8	25,8
Расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	15,8	15,8
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	10	10
Общая трудоёмкость	час.	72
	в том числе контактная работа	46,2
	зач. ед	2

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 8 семестре (4 курса) (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Основные понятия волновой динамики	12			10	2
2.	Решение модельных задач волновой динамики с помощью преобразования Фурье	33,8			20	13,8
3.	Аналитические модели волновой динамики	6			4	2
4.	Конечноэлементные модели волновых процессов	16			8	8
	ИТОГО по разделам дисциплины	67,8			42	25,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Общая трудоемкость по дисциплине	72				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия семинарского типа (лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Основные понятия волновой динамики	Распространение акустических и упругих волн. Волновое поле. Скорость звуковых волн. Одномерная волна. Поперечные волны на струне, изгибные волны на стержне. Гармонические волны, комплексная форма записи. Плоские гармонические волны. Дисперсионное уравнение. Понятие дисперсии. Волновое число, длина волны, фазовая скорость, групповая скорость. Волновое распространение колебаний. Нормальные волны. Граничные условия для разных типов волноводов. Общие уравнения распространения волн в упругом теле. Скалярный и векторный потенциалы. Продольные и поперечные плоские волны в твердом теле. Упругие волны в телах с плоскопараллельными границами: волны Рэлея, Лэмба и Лява.	ЛР
2.	Решение модельных задач волновой динамики с помощью преобразования Фурье	Интегральное представление решения задачи о полосовом волноводе с поверхностным источником. Условия излучения, выбор контура интегрирования и ветвей радикалов. Представление решения модельной задачи в виде суммы вычетов, волновая структура решения. Численное решение задачи о полосовом волноводе с использованием преобразования Фурье.	ЛР, РГЗ
3.	Аналитические модели волновой динамики	Поперечные колебания стержней (модели Кирхгофа и Тимошенко). Продольные колебания стержней (элементарная теория и уточненные подходы). Дисперсионные соотношения и волновое движение в стержнях и балках в рамках различных инженерных моделей.	ЛР
4.	Конечноэлементные модели волновых процессов	Слабая постановка краевых задач волновой динамики. Основные понятия метода конечных элементов. Поглощающие граничные условия. Моделирование волновых процессов с использованием метода конечных элементов	ЛР, РГЗ

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид самостоятельной работы	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка и повторение лекционного материала, материала учебной и научной литературы	Методические указания для подготовки к лекционным и семинарским занятиям, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №10 от 15.05.2019 г. Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №10 от 15.05.2019 г.
2	Подготовка к лабораторным занятиям	Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №10 от 15.05.2019 г.
3	Подготовка к решению задач	Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №10 от 15.05.2019 г.
4	Подготовка к текущему контролю	Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №10 от 15.05.2019 г.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

Лабораторное занятие позволяет научить студента применять теоретические знания при решении и исследовании конкретных задач, развить математическую интуицию и творческое мышление. Разбор конкретных ситуаций, математическое моделирование задач, встречающихся на практике (проблемное обучение), командная работа, визуализация и обсуждение результатов анализа широко используется при проведении лабораторных, а также самостоятельных работ.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Занятия, проводимые с использованием интерактивных технологий

№	Наименование разделов (тем)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество интерактивных часов
1.	Основные понятия волновой динамики	Групповое решение задач	2
2.	Решение модельных задач волновой динамики с помощью преобразования Фурье	Групповое решение задач	8
3.	Аналитические модели волновой динамики	Групповое решение задач	2
4.	Конечноэлементные модели волновых процессов	Групповое решение задач	4
<i>Итого по дисциплине:</i>			16

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Методы моделирования в волновой механике».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме индивидуальных расчетно-графических задач и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к зачету.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-1.8 (40.001 А/02.5 Др.2) Деятельность, направленная на решение актуальных и значимых задач прикладной математики и информатики аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач	- знает основные понятия и гипотезы динамических задач линейно акустики и теории упругости и исследуемых моделей волновых процессов - умеет формулировать динамические краевые задачи; строить интегральное представление решения с помощью преобразования Фурье - владеет использованием и совершенствования численных методов и программного обеспечения для расчета характеристик волновых процессов на базе прикладных пакетов, языков и сред программирования	Индивидуальные расчетно-графические задачи 1.2, 4.1, 4.2	Вопросы на зачете 1-7 Индивидуальные задания 1,2
2	ИПК-2.1 (06.016 А/30.6 Зн.3) Предметная область и методы математического моделирования в естественных науках	- знает состояние вопроса в области волновой динамики акустических и упругих сред, актуальные задачи и перспективные способы их решения. - умеет выбрать подход к исследованию задачи в области изучения волновых процессов; применять полуаналитические и	Индивидуальные расчетно-графические задачи 1.1, 2.1, 3.1, 3.2	Вопросы на зачете 8-20 Индивидуальные задания 1,2

		<p>прямые численные методы, и пакеты прикладных программ для решения динамических волновых задач</p> <p>- владеет навыками анализа и обсуждения полученных результатов и их представления в наглядном виде</p>		
3	<p>ИПК-3.1 (06.001 D/03.06 Зн.3) Методы и средства проектирования программного обеспечения при реализации математически сложных алгоритмов</p>	<p>- знает основные программные библиотеки, реализующие необходимы для моделирования волновых процессов численные методы, для не менее, чем одного высокоуровневого языка программирования</p> <p>- умеет реализовывать элементы алгоритмов или вычислительных методов для моделирования волновых процессов в акустических и/или упругих средах в виде компьютерных программ</p> <p>- владеет навыками анализа программного кода с точки зрения его адекватности выбранному подходу к моделированию конкретного волнового процесса и его вычислительной сложности, вывода, интерпретации и анализа численных результатов</p>	<p>Индивидуальные расчетно-графические задачи 2.2, 4.1, 4.2</p>	<p>Вопросы на зачете 10, 18, 19</p> <p>Индивидуальные задания 1,2</p>

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примеры индивидуальных расчетно-графических заданий к лабораторным работам

Лабораторная работа № 1. Основные понятия волновой динамики.

РГЗ 1.1: Дисперсионное уравнение для некоторого акустического волновода имеет вид 1) или 2): 1) $\text{ch}\lambda h = 0$, 2) $\text{sh}\lambda h = 0$, где h - толщина волновода, $\gamma = \sqrt{\alpha^2 - k^2}$, α - переменная, по которой решается дисперсионное уравнение, $k^2 = \omega^2 / c^2$, ω - частота колебаний, c - скорость звука в среде. Построить аналитическое решение данного уравнения. Написать программу, осуществляющую численный поиск вещественных и комплексных корней данного уравнения в заданной области комплексного переменного α (волновых чисел нормальных мод). Сравнить полученные результаты. Дополнить программу процедурой, осуществляющей расчет длин волн, медленностей, фазовых и групповых скоростей нормальных волн.

РГЗ 1.2: Используя дисперсионное уравнение Рэлея-Лэмба для свободного упругого слоя, написать программу, отыскивающую волновые числа, фазовые и групповые скорости фундаментальных симметричной и антисимметричной волн Лэмба.

Лабораторная работа № 2. Решение модельных задач волновой динамики с помощью преобразования Фурье.

РГЗ 2.1: Найти преобразование Фурье от функций 1)-9). Написать программу на языке высокого уровня, реализующую численное обращение преобразования Фурье для полученных функций. (Во всех пунктах – параметр a - произвольная постоянная). Полученное численно решение сравнить с исходной функцией.

$$\begin{aligned}
 1) \ u(x) &= \begin{cases} 1, & |x| \leq a, \\ 0, & |x| > a \end{cases} & 2) \ u(x) &= \begin{cases} \frac{1}{2a}, & |x| \leq a, \\ 0, & |x| > a \end{cases} & 3) \ u(x) &= \begin{cases} x/a, & |x| \leq a, \\ 0, & |x| > a \end{cases} \\
 4) \ u(x) &= \begin{cases} ax^3, & |x| \leq a, \\ 0, & |x| > a \end{cases} & 5) \ u(x) &= \begin{cases} 1 - \frac{x^2}{a^2}, & |x| \leq a, \\ 0, & |x| > a \end{cases} & 6) \ u(x) &= \begin{cases} \cos(\frac{x}{2a}), & |x| \leq a, \\ 0, & |x| > a \end{cases} \\
 7) \ u(x) &= \begin{cases} \sin(\frac{x}{2a}), & |x| \leq a, \\ 0, & |x| > a \end{cases} & 8) \ u(x) &= \begin{cases} \cos^2(\frac{x}{a}), & |x| \leq a, \\ 0, & |x| > a \end{cases} & 9) \ u(x) &= \begin{cases} \sin^2(\frac{x}{a}), & |x| \leq a, \\ 0, & |x| > a \end{cases}
 \end{aligned}$$

РГЗ 2.2: Рассматривается акустический волновод, занимающий область $D: (x, y): |x| < \infty, -H < z < 0$. Его гармонические колебания описывается следующей краевой задачей:

$$\Delta u + \kappa^2 u = 0, \quad \kappa = \omega / c$$

$$z = 0: \quad 1.1) \ u = q(x); \quad 1.2) \ \partial u / \partial z = q(x)$$

$$z = -H: \quad 2.1) \ u = 0; \quad 2.2) \ \partial u / \partial z = 0$$

Найти решение этой задачи с использованием техники интегрального преобразования Фурье, используя как прямое интегрирование по бесконечному контуру в комплексной плоскости, так и теорию вычетов. Результаты вычислений визуализировать.

Лабораторная работа № 3. Аналитические модели волновой динамики.

РГЗ 3.1: Используя приближенные модели Кирхгофа и Миндлина, написать программу, отыскивающую волновые числа, фазовые и групповые скорости фундаментальной антисимметричной волны Лэмба. Сопоставить результаты со случаем, рассматриваемым в РГЗ 1.2.

РГЗ 3.2: Используя элементарную модель продольных колебаний стержня и одну из уточненных моделей, написать программу, отыскивающую волновые числа, фазовые и групповые скорости фундаментальной симметричной волны Лэмба. Сопоставить результаты со случаем, рассматриваемым в РГЗ 1.2.

Лабораторная работа № 4. Конечноэлементные модели волновых процессов.

РГЗ 4.1: Используя средства конечноэлементного пакета Comsol (или свободно распространяемого пакета конечноэлементного моделирования) построить дисперсионные кривые фундаментальных и высших волн Лэмба

РГЗ 4.2: Используя средства конечноэлементного пакета Comsol (или свободно распространяемого пакета конечноэлементного моделирования) решить краевую задачу о гармонических колебаниях акустического волновода, сформулированную в РГЗ 2.2. Провести сопоставление результатов.

По результатам выполнения лабораторных работ необходимо подготовить презентацию, включающую в себя описание постановки задачи, метода решения, а визуализации получаемых результатов.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

Перечень вопросов, которые выносятся на зачет в восьмом семестре

1. Уравнения движения. Волновое поле, волновой пакет.
2. Одномерная волна. Примеры.
3. Гармонические волны. Дисперсия.
4. Упругие волноводы. Основные типы упругих волн.
5. Волны Рэлея, Лэмба, Лява.
6. Понятие интегрального преобразования. Преобразование Фурье.
7. Свойства преобразования Фурье.
8. Модельная задача для полосового волновода с поверхностным источником.
9. Принципы излучения, выбор контура интегрирования.
10. Представление решения модельной задачи в виде суммы вычетов. Волновая структура решения.
11. Дельта-функция Дирака
12. Фундаментальное решение уравнения Гельмгольца.
13. Кратные преобразования Фурье. Преобразование Ханкеля.
14. Модельная задача для точечного источника в полосе.
15. Преобразование Лапласа. Связь с преобразованием Фурье.
16. Применение преобразования Лапласа для решения модельной нестационарной задачи.
17. Принцип суперпозиции для линейных колебательных систем.
18. Быстрое преобразование Фурье (БПФ).
19. Применение БПФ для обращения преобразования Лапласа.
20. Обращение преобразования Лапласа с помощью теории вычетов. Физическая интерпретация.

Примеры индивидуальных заданий при промежуточной аттестации:

Индивидуальное задание 1

Разработать программный комплекс, осуществляющий с использованием техники интегрального преобразования Фурье расчет дисперсионных характеристик и колебаний двухслойного акустического волновода.

Индивидуальное задание 2

Провести расчет дисперсионных характеристик и колебаний двухслойного акустического волновода с использованием метода конечных элементов с использованием пакета Comsol или свободно распространяемого программного обеспечения для конечноэлементного моделирования.

Критерии оценивания результатов обучения

Критерии оценивания по зачету:

«зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, знает основные методы обработки и анализа нестационарных сигналов с использованием интегральных преобразований и их дискретных аналогов, допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять теоретический материал, иллюстрируя его примерами; студент выполнил не менее одного индивидуального задания, работоспособность программной реализации которого подтверждается сопоставлением с результатами готовых программных решений.

«не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется привести примеры по применению интегральных преобразований и их дискретных аналогов для обработки и анализа нестационарных сигналов; не выполнено ни одно из индивидуальных заданий.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

15. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Учайкин, В. В. Механика. Основы механики сплошных сред : учебник / В. В. Учайкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 860 с. — ISBN 978-5-8114-2235-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167379> (дата обращения: 24.08.2021).

2. Щевьев, Ю. П. Основы физической акустики : учебное пособие для вузов / Ю. П. Щевьев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 364 с. — ISBN 978-5-8114-7958-0. —

Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169805> (дата обращения: 24.08.2021).

3. Глушков, Е. В. Интегральные преобразования в задачах теории упругости: учебное пособие / Е. В. Глушков, Н. В. Глушкова ; Кубанский гос. ун-т. - Краснодар : [б. и.], 1990. - 72 с. - Библиогр.: с. 71-72. - 25 к.

4. Дубнищев, Ю. Н. Колебания и волны : учебное пособие / Ю. Н. Дубнищев. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1183-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167859> (дата обращения: 24.08.2021).

5.2. Периодическая литература

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>
3. Journal of Sound and Vibration <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-sound-and-vibration>
4. Ultrasonics <https://www.journals.elsevier.com/ultrasonics>
5. Wave Motion <https://www.journals.elsevier.com/wave-motion>

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

По курсу предусмотрено проведение лабораторных занятий, позволяющих студентам в полной мере ознакомиться с понятиями и методами волновой механики и навыками их применением в решении практических задач.

Важнейшим этапом является самостоятельная работа по дисциплине. Целью самостоятельной работы магистра является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Вырабатываются навыки самостоятельной работы. Закрепляются опыт и знания, полученные во время лабораторных занятий.

Самостоятельная работа студентов в ходе изучения дисциплины состоит в выполнении индивидуальных заданий, задаваемых преподавателем, ведущим лабораторные занятия, подготовки теоретического материала к лабораторным занятиям, на учебной литературы, согласно календарному плану и подготовки теоретического материала к тестовому опросу, зачету и экзамену, согласно вопросам к экзамену.

Указания по оформлению работ:

Отчет по выполнению индивидуальных заданий при промежуточной аттестации должен быть подготовлен в соответствии с ГОСТ 7.32-2001 и содержать:

- титульный лист;
- введение;
- постановку задачи;
- краткое описание последовательного алгоритма;
- подробное описание параллельного алгоритма;
- текст разработанной программы на выбранном языке программирования;
- тестовые примеры и результаты тестирования программы: оценка ускорения и эффективности разработанного параллельного алгоритма, оптимальные размеры входных данных на которых достигается максимум ускорения при различном числе узлов вычислительной системы и др.;
- заключение
- список использованной литературы.

Проверка индивидуальных заданий по темам, разобранным на лабораторных занятиях, осуществляется через неделю на текущем лабораторном занятии, либо в течение недели после этого занятия на консультации.

Для разъяснения непонятных вопросов лектором и ассистентом еженедельно проводятся консультации, о времени которых группы извещаются заранее.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций. Самостоятельная работа студентов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе и выполнении практических заданий по разобранным во время аудиторных занятий примерам.

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля (см. список задач и вопросов коллоквиума) и итоговой аттестации (зачета, экзамена).

В качестве оценочных средств, используемых для текущего контроля успеваемости, предлагается перечень вопросов, которые прорабатываются в процессе освоения курса. Данный перечень охватывает все основные разделы курса, включая знания, получаемые во время самостоятельной работы. Кроме того, важным элементом технологии является самостоятельное решение студентами и сдача заданий. Это полностью индивидуальная форма обучения. Студент рассказывает свое решение преподавателю, отвечает на дополнительные вопросы

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов выполнения расчетно-графических заданий к лабораторным работам: баллы начисляются за решенные по каждой из тем задачи. Если задача решена верно (полученные численные результаты верны), за нее начисляется 2 балла, если имеются не критические недочеты в программной реализации и/или в представлении отчетной презентации – 1 балл, иначе - 0 баллов. Таким образом, максимальная суммарная оценка за выполнение данного типа оценочного средства составляет 20 баллов (2 балла * 8 расчетно-графических заданий).

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания

индивидуальных заданий при промежуточной аттестации: баллы начисляются за программную реализацию каждой из двух индивидуальных задач. Если задача решена верно (полученные численные результаты верны) за нее начисляется 10 баллов, если имеются некритические недочеты в программной реализации и/или в представлении отчетной презентации – 5 баллов, иначе - 0 баллов. Таким образом, максимальная суммарная оценка за выполнение данного типа оценочного средства составляет 20 баллов (10 баллов * 2 индивидуальных задания).

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на зачете:

Зачет является заключительным этапом процесса формирования компетенции студента при изучении дисциплины и имеет целью проверку и оценку знаний студентов по теории и применению полученных знаний, умений и навыков при решении практических задач. Зачет проводится по расписанию, сформированному учебным отделом и утвержденному проректором по учебной работе, в сроки, предусмотренные календарным графиком учебного процесса. Расписание зачета доводится до сведения студентов не менее чем за две недели до начала сессии. Зачет принимается преподавателем, ведущими занятия.

Зачет проводится только при предъявлении студентом зачетной книжки и при условии выполнения всех контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом и рабочей программой по изучаемой дисциплине. Студентам на зачете должен быть представлены ответы на два теоретических вопроса из приведенного выше списка вопросов к зачету.

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если вопросы освещены правильно и достаточно раскрыты, расчетно-графические задания к лабораторным работам выполнены в соответствии с приведенными выше критериями оценки не менее, чем на 10 баллов, общее количество баллов, набранное по итогам выполнения индивидуальных заданий – не менее 10; при ответе на вопрос обучающийся показывает достаточный уровень профессиональных знаний, свободно оперирует понятиями, увязывает знания, полученные при изучении различных дисциплин, умеет анализировать практические ситуации. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, при ответе допускаются некоторые погрешности.

- оценка «не зачтено», если ответ не соответствует вопросу или изложен недостаточно полно, расчетно-графические задания к лабораторным работам выполнены в соответствии с приведенными выше критериями оценки менее, чем на 10 баллов, общее количество баллов, набранное по итогам выполнения индивидуальных заданий – менее 10.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционные аудитории, оснащенные презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО): А305, 133.
2.	Лабораторные занятия	Аудитории для проведения лабораторных и практических занятий, оснащенные учебной мебелью (столы, стулья), соответствующей количеству студентов, доской: 133, 149, 150.

3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитории А305, 133, 150, 148, . оснащенные учебной мебелью (столы, стулья), презентационной техникой для проведения групповых и индивидуальных консультаций
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитории А305, 133. оснащенные учебной мебелью (столы, стулья)
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета: 102-А, а также студентский читальный зал библиотеки КубГУ (к.109С) и зал доступа к электронным ресурсам и каталогам (к. А213).

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 102А)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	