





МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП
«Прикладная механика»


_____ Г.П. Озерова
(подпись) (Ф.И.О. рук.ОП)
«24 » июня 2016 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Заведующий кафедрой
Механики и математического моделирования


_____ А.А. Бочарова
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)
«24» июня 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ В МЕХАНИКЕ**

Направление подготовки 15.03.03 Прикладная механика

Профиль подготовки:

Математическое и компьютерное моделирование механических систем и процессов

Форма подготовки: очная

курс 3 семестр 5
лекции 36 час.
практические занятия 36 час.
лабораторные работы - час.
в том числе с использованием МАО лек.- 8 /пр 12/лаб. - час.
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.
в том числе с использованием МАО 20 час.
самостоятельная работа 72 час.
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.
контрольные работы (количество)
курсовая работа / курсовой проект _____ семестр
зачет _____ семестр
экзамен 5 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, ОС-15.03.03-47/1-2016, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 10.03.2016 № 12-13-391.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Механики и математического моделирования, протокол № 10 от «23» июня 2016 г.

Заведующий кафедрой: к.ф.--м.н. А.А. Бочарова
Составитель: к.ф.--м.н. А.А. Бочарова

Аннотация дисциплины «Численные методы в механике»

Дисциплина «Численные методы в механике» разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.03.03 «Прикладная механика», профиль «Математическое и компьютерное моделирование механических систем и процессов» и является обязательной дисциплиной вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана (Б1.В.ОД.8).

Трудоемкость дисциплины составляет 144 часа (4 зачетные единицы). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 часов), практические занятия (36 часов), и самостоятельная работа студентов (72 часа, из них 27 часов на экзамен). Дисциплина реализуется на 3 курсе в 5 семестре. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Дисциплина «Численные методы в механике» логически связана с дисциплинами «Методы математической физики в механике», «Основы вариационного исчисления», «Вычислительная механика».

Цель дисциплины: формирование общекультурных и общепрофессиональных компетенций, определяющих готовность и способность студента к использованию знаний в области прикладных математических задач при решении практических задач в рамках производственно-технологической, проектно-изыскательской и научно-исследовательской профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

- Дать студентам необходимые практические навыки по вычислительной математике;
- Научить студентов решать типовые примеры по указанным далее разделам дисциплины;
- Развить у студентов логическое и алгоритмическое мышление;
- Выработать навыки самостоятельного углубления и расширения математических знаний и проведения математического моделирования

прикладных инженерных задач.

Для успешного изучения дисциплины «Численные методы в механике» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией;
- уметь применять основные законы естественнонаучных дисциплин в учебной деятельности;
- представлять взаимосвязь между основными знаниями по естественным наукам и математике.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-2: применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности	Знает	-базовый физико-математический аппарат, позволяющий решать задачи профессиональной деятельности области прикладной механики - основные математические модели реальных процессов
	Умеет	- применять методы математического и компьютерного моделирования при решении задач профессиональной деятельности
	Владеет	-навыком научных исследований процессов и отношений, методами анализа и интерпретации полученных результатов
ПК-3: готовностью выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-	Знает	- применять различные виды математического и физико- механического моделирования с использованием современных компьютерных технологий.
	Умеет	-методикой проведения научно-исследовательских работ при решении задач в области прикладной механики
	Владеет	- применять различные виды математического и физико- механического моделирования с

механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям		использованием современных компьютерных технологий.
ПК-4 готовностью выполнять научно-исследовательские работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня, и экспериментального оборудования для проведения механических испытаний	Знает	-виды современного экспериментального оборудования; -основные методики проведения механических испытаний в области прикладной механики;
	Умеет	- проводить механические испытания в области прикладной механики с использованием современного экспериментального оборудования;
	Владеет	-научоёмкими компьютерными технологиями и навыками работы с современными высокопроизводительными вычислительными системами области прикладной механики

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Численные методы в механике» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: групповые консультации, лекция-презентация

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Модуль 1. Приближение функций (16 часов)

Раздел I. Теория погрешностей и линейные уравнения (8 часов)

Тема 1. Погрешности (4 часа). Элементарная теория погрешностей, вычислительные задачи, методы и алгоритмы.

Тема 2. Линейные уравнения (4 часа). Численные методы решения систем линейных уравнений. Метод прогонки. Метод итерации. Метод Зейделя.

Раздел II. Интерполирование (8 часа)

Тема 1. Задачи приближения функции (4 часа). Интерполяция многочленами. Многочлен Лагранжа. Многочлен Ньютона.

Тема 2. Метод наименьших квадратов (4 часа). Постановка задачи и вывод формул. Сплаины, их свойства и построение.

Модуль 2. Дифференциальное исчисление (20 часов)

Раздел I. Численное дифференцирование и интегрирование (8 часов)

Тема 1. Численное дифференцирование (4 часа). Простейшие формулы для первой производной. Формулы для производных высших порядков.

Тема 2. Численное интегрирование (4 часа). Квадратурные формулы численного интегрирования. Квадратурная формула Гаусса. Оценка погрешностей методов. Решение нелинейных уравнений. Метод Ньютона. Модификации метода Ньютона.

Раздел II. Решение дифференциальных уравнений (12 часов)

Тема 1. Задача Коши (4 часа). Задача Коши для дифференциального уравнения первого порядка. Численные решения задачи Коши. Методы Рунге-Кутты. Метод Коши. Сравнение методов.

Тема 2. Специальные уравнения (4 часа). Классификация уравнений математической физики. Уравнения в частных производных.

Тема 3. Постановка задач для уравнений в частных производных (4 часа). Граничные и начальные условия. Уравнения параболического, эллиптического и параболического типов.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (36 часов)

Занятие 1. Погрешности (4 часа)

1. Элементарная теория погрешностей,
2. Вычислительные задачи,
3. Методы и алгоритмы.

Занятие 2. Линейные уравнения (4 часа)

1. Численные методы решения систем линейных уравнений.
2. Метод прогонки.
3. Метод итерации.
4. Метод Зейделя.

Занятие 3. Задачи приближения функции (4 часа)

1. Интерполяция многочленами.
2. Многочлен Лагранжа.
3. Многочлен Ньютона.

Занятие 4. Метод наименьших квадратов(4 часа)

1. Постановка задачи и вывод формул.
2. Сплаины, их свойства и построение.

Занятие 5. Численное дифференцирование (4 часа)

1. Формулы для первой производной.
2. Формулы для второй производной.
3. Формулы для производных высших порядков.

Занятие 6. Численное интегрирование (4 часа).

1. Квадратурные формулы численного интегрирования.
2. Квадратурная формула Гаусса.
3. Решение нелинейных уравнений.
4. Метод Ньютона.

Занятие 7. Задача Коши (4 часа)

1. Задача Коши для дифференциального уравнения первого порядка.
2. Численные решения задачи Коши.
3. Методы Рунге-Кутты и Коши.

Занятие 8. Специальные уравнения(4 часа)

1. Классификация уравнений математической физики.
2. Уравнения в частных производных.

Занятие 9. Постановка задач для уравнений в частных производных(4 часа)

1. Граничные и начальные условия.

2. Уравнения параболического, эллиптического и параболического типов.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Численные методы в механике» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
 - характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
 - требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	«Приближение функций»	ПК-2	- базовый физико-математический аппарат, позволяющий решать задачи профессиональной деятельности области прикладной механики	Собеседование (УО-1) ИДЗ 1-3 (ПР-12)	Вопросы к экзамену 1-10
			- основные математические модели реальных процессов		
			- применять методы математического и компьютерного моделирования при решении задач профессиональной деятельности		
		- навыком научных исследований процессов и отношений, методами анализа и интерпретации полученных результатов			
ПК-3	- применять различные виды математического и физико-механического моделирования с использованием современных компьютерных технологий.				
		- методикой проведения научно-исследовательских работ при решении задач в области прикладной механики			

			- применять различные виды математического и физико- механического моделирования с использованием современных компьютерных технологий.		
		ПК-4	-виды современного экспериментального оборудования; -основные методики проведения механических испытаний в области прикладной механики; - проводить механические испытания в области прикладной механики с использованием современного экспериментального оборудования; -научёнными компьютерными технологиями и навыками работы с современными высокопроизводительными вычислительными системами области прикладной механики		
2	«Дифференциальное и интегральное исчисление»	ПК-2	-базовый физико-математический аппарат, позволяющий решать задачи профессиональной деятельности области прикладной механики	Собеседование (УО-1)	Вопросы к экзамену 11-18
ПК-3		- основные математические модели реальных процессов			
ПК-4		- применять методы математического и компьютерного моделирования при решении задач профессиональной деятельности	ИДЗ 4-5(ПР-12)	Вопросы к экзамену 11-18	
		-навыком научных исследований процессов и отношений, методами анализа и интерпретации полученных результатов			
		- применять различные виды математического и физико- механического моделирования с использованием современных компьютерных технологий.			
		-методикой проведения научно-исследовательских работ при решении задач в области прикладной механики			
	- применять различные виды математического и физико- механического моделирования с использованием современных компьютерных технологий.				
		-виды современного экспериментального оборудования; -основные методики проведения механических испытаний в области прикладной механики; - проводить механические испытания в области прикладной механики с использованием современного экспериментального оборудования; -научёнными компьютерными технологиями и навыками работы с современными высокопроизводительными вычислительными системами области прикладной механики			

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Кондаков Н.С. Основы численных методов [Электронный ресурс] : практикум / Н.С. Кондаков. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский гуманитарный университет, 2014. — 92 с. — 978-5-98079-981-6.
<http://www.iprbookshop.ru/39690.html>

2. Васильев А.Н. Matlab [Электронный ресурс] : самоучитель. Практический подход / А.Н. Васильев. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Наука и Техника, 2015. — 448 с. — 2227-8397.

<http://www.iprbookshop.ru/43318.html>

3. Бочарова А.А. Вычислительная математика: учебно-методический комплекс : учебное пособие для вузов / А. А. Бочарова, Е. П. Луппова, А. А. Ратников ; [под ред. А. А. Бочаровой] ; Дальневосточный государственный технический университет. - Владивосток: Изд-во Дальневосточного технического университета, 2008. – 174 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:384813&theme=FEFU>

4. Киреев, В.И. Численные методы в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Киреев, А.В. Пантелеев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/65043>

Дополнительная литература

(электронные и печатные издания)

1. Срочко, В.А. Численные методы. Курс лекций [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Срочко. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 208 с. — Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/378>

2. Волков, Е.А. Численные методы [Электронный ресурс] : учебник / Е.А. Волков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/54>

Дополнительная литература

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

На изучение дисциплины отводится 72 часа аудиторных занятий и 72 часов самостоятельной работы.

На лекциях преподаватель объясняет теоретический материал. На практических занятиях преподаватель разбирает решение некоторых задач математической физики, подсказывает ход и метод решения.

Если полученных в аудитории знаний окажется недостаточно, студент может самостоятельно повторно прочесть лекцию или соответствующее пособие.

По данной дисциплине разработано учебное пособие, которое доступно в фондах НБ ДВФУ в соответствующем разделе:

Бочарова А.А. Вычислительная математика: учебно-методический комплекс : учебное пособие для вузов / А. А. Бочарова, Е. П. Луппова, А. А. Ратников ; [под ред. А. А. Бочаровой] ; Дальневосточный государственный технический университет. - Владивосток: Изд-во Дальневосточного технического университета, 2008. – 174 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:384813&theme=FEFU>

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения лекционных и практических занятий используется аудитория со следующим оборудованием:

- Моноблок Lenovo C306G-i34164G500UDK (20 шт),
- Акустическая система для потолочного монтажа с низким профилем, Extron SI 3CT LP (пара)
- Врезной интерфейс с системой автоматического втягивания кабелей TLS TAM 201 Standart III

- Документ-камера Avervision CP355AF
- ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716CCBA
- Комплект удлинителей DVI по витой паре (передатчик/приёмник),

Extron DVI 201 Tx/Rx

- Матричный коммутатор DVI 4x4. Extron DXP 44 DVI PRO
- Микрофонная петличная радиосистема УВЧ диапазона Sennheiser EW 122 G3 в составе рэкового приёмника EM 100 G3, передатчика SK 100 G3, петличного микрофон ME 4 с ветрозащитой и антенн (2 шт.)

- Мультимедийный проектор, Mitsubishi EW330U, 3000 ANSI Lumen, 1280x800

- Расширение для контроллера управления Extron IPL T CR48
- Сетевая видеочамера Multipix MP-HD718
- Сетевой контроллер управления Extron IPL T S4
- Стойка металлическая для ЖК-дисплея У SMS Flatscreen FH T1450
- Усилитель мощности, Extron XPA 2001-100V
- Цифровой аудиопроцессор, Extron DMP 44 LC
- Шкаф настенный 19" 7U, Abacom VSP-W960SG60

Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, 50 см черная кайма сверху, размер рабочей области 236x147 см

Приложение 1 к рабочей программе учебной дисциплины



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Численные методы в механике»

Направление подготовки – 15.03.03 «Прикладная механика»

**профиль «Математическое и компьютерное моделирование механических
систем и процессов»**

Форма подготовки: очная

Владивосток

2016

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

«Численные методы в механике»

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	5 неделя	Собеседование по разделу «Приближение функций»	10 часов	УО-1
2	10 неделя	Решение задач по разделу «Приближение функций»	15 часов	ПР-12
3	12 неделя	Собеседование по разделу «Дифференциальное исчисление»	10 часов	УО-1
4	18 неделя	Решение задач по разделу «Дифференциальное исчисление»	10 часов	ПР-12
5	Экз. сессия	Подготовка к экзамену	27 часов	Экзамен
Итого			72 час.	

Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

Индивидуальные задания

При организации самостоятельной работы преподаватель должен учитывать уровень подготовки каждого студента и предвидеть трудности, которые могут возникнуть при выполнении самостоятельной работы. Преподаватель дает каждому студенту индивидуальные и дифференцированные задания. Некоторые из них могут осуществляться в группе. Выдача индивидуальных расчетно-графических заданий производится в зависимости от проходимой тематики курса и определяется преподавателем. Далее приводятся образцы решения.

Индивидуальное задание 1 по теме «Численное решение задачи Коши для ОДУ 1-го порядка».

Задание 1. Найти решение задачи Коши методом Эйлера с использованием Mathcad:

$$y' = x + \cos\left(\frac{y}{\sqrt{7}}\right), y(x_0) = y_0,$$

Решение: листинг Mathcad

$$x_0 := 0.5 \quad y_0 := 0.6 \quad n := 10 \quad x_n := 1.5 \quad h := \frac{(x_n - x_0)}{n} \quad h = 0.1 \quad f(x, y) := x + \cos\left(\frac{y}{\sqrt{7}}\right)$$

$$i := 0..n \quad x_i := x_0 + i \cdot h$$

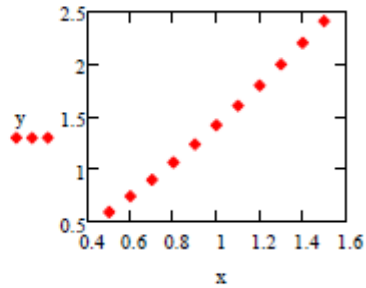
$$y_{i+1} := y_i + h \cdot f(x_i, y_i)$$

x =

	0
0	0.5
1	0.6
2	0.7
3	0.8
4	0.9
5	1
6	1.1
7	1.2
8	1.3
9	1.4
10	1.5

y =

	0
0	0.6
1	0.74744
2	0.90348
3	1.0677
4	1.23967
5	1.41889
6	1.60485
7	1.79701
8	1.99482
9	2.19772
10	2.40516
11	2.6166

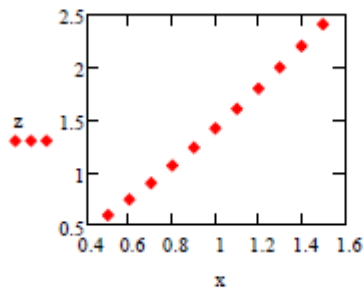


$$z_0 := 0.6$$

$$z_{i+1} := \begin{cases} x_1 \leftarrow x_0 + i \cdot h \\ y_{i+1} \leftarrow y_i + h \cdot f(x_i, y_i) \end{cases}$$

z =

	0
0	0.6
1	0.74744
2	0.90348
3	1.0677
4	1.23967
5	1.41889
6	1.60485
7	1.79701
8	1.99482
9	2.19772
10	2.40516
11	2.6166



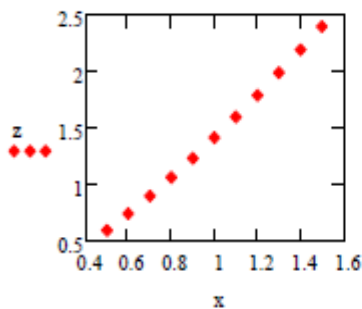
Задание 2. Найти решение задачи Коши методом Рунге-Кутты 4-го порядка

Решение: листинг Mathcad

$$y_{i+1} := \begin{cases} K1 \leftarrow h \cdot f(x_i, y_i) \\ K2 \leftarrow h \cdot f\left(x_i + \frac{h}{2}, y_i + \frac{h \cdot K1}{2}\right) \\ K3 \leftarrow h \cdot f\left(x_i + \frac{h}{2}, y_i + \frac{h \cdot K2}{2}\right) \\ K4 \leftarrow h \cdot f(x_i + h, y_i + h \cdot K3) \\ y_i + 1 \cdot \frac{(K1 + 2K2 + 2K3 + K4)}{6} \end{cases}$$

y =	0	0.6
	1	0.75237
	2	0.91327
	3	1.08227
	4	1.25888
	5	1.44262
	6	1.63293
	7	1.82927
	8	2.03106
	9	2.23775
	10	2.44876
	11	2.66358

x =	0	0.5
	1	0.6
	2	0.7
	3	0.8
	4	0.9
	5	1
	6	1.1
	7	1.2
	8	1.3
	9	1.4
	10	1.5



Встроенная функция

Given

$$P'(t) - 1 + \cos\left(\frac{P(t)}{\sqrt{2}}\right) = 0$$

$$P(1.4) = 2.5$$

$$P := \text{Odesolve}(t, 2.4)$$

Индивидуальное задание 2 по теме «Аппроксимация функций методом наименьших квадратов».

Задание 1. Построить по заданным табличным данным кусочно-линейную аппроксимацию

$x_0 := 0.41$	$x_1 := 0.46$	$x_2 := 0.52$	$x_3 := 0.6$	$x_4 := 0.65$	$x_5 := 0.72$
$y_0 := 2.57418$	$y_1 := 2.32513$	$y_2 := 2.09336$	$y_3 := 1.86203$	$y_4 := 1.74926$	$y_5 := 1.62098$
$i := 0..4$	$n := 6$				

Решение: листинг Mathcad

$$A_i := \begin{pmatrix} x_i & 1 \\ x_{i+1} & 1 \end{pmatrix} \quad B_i := \begin{pmatrix} y_i \\ y_{i+1} \end{pmatrix} \quad S_i := \text{lsolve}(A_i, B_i)$$

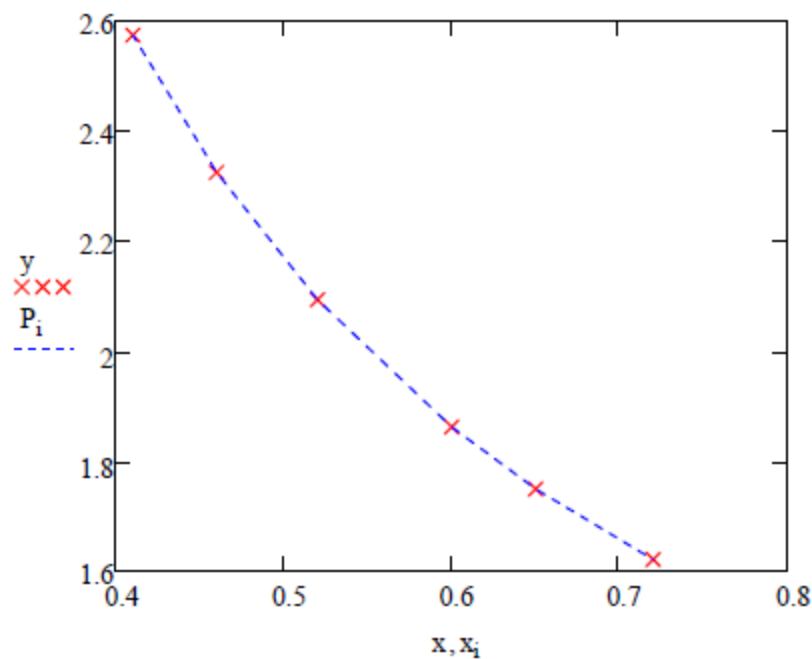
$$S_0 = \begin{pmatrix} -4.981 \\ 4.616 \end{pmatrix} \quad S_1 = \begin{pmatrix} -3.863 \\ 4.102 \end{pmatrix} \quad S_2 = \begin{pmatrix} -2.892 \\ 3.597 \end{pmatrix} \quad S_3 = \begin{pmatrix} -2.255 \\ 3.215 \end{pmatrix} \quad S_4 = \begin{pmatrix} -1.833 \\ 2.94 \end{pmatrix}$$

$$f1 := (S_0)_0 \cdot x + (S_0)_1 \quad f2 := (S_1)_0 \cdot x + (S_1)_1 \quad f3 := (S_2)_0 \cdot x + (S_2)_1$$

$$f4 := (S_3)_0 \cdot x + (S_3)_1 \quad f5 := (S_4)_0 \cdot x + (S_4)_1$$

$$i := 0..5$$

$$P_i := \begin{cases} (S_0)_0 \cdot x_i + (S_0)_1 & \text{if } (0 \leq i \leq 1) \\ (S_1)_0 \cdot x_i + (S_1)_1 & \text{if } (1 \leq i \leq 2) \\ (S_2)_0 \cdot x_i + (S_2)_1 & \text{if } (2 \leq i \leq 3) \\ (S_3)_0 \cdot x_i + (S_3)_1 & \text{if } (3 \leq i \leq 4) \\ (S_4)_0 \cdot x_i + (S_4)_1 & \text{if } (4 \leq i \leq 5) \end{cases}$$



Задание 2. Построить по заданным табличным данным линейную аппроксимацию методом наименьших квадратов

$$A := \begin{bmatrix} \sum_{i=0}^n (x_i)^2 & \sum_{i=0}^n x_i \\ \sum_{i=0}^n x_i & n+1 \end{bmatrix} \quad B := \begin{bmatrix} \sum_{i=0}^n (x_i \cdot y_i) \\ \sum_{i=0}^n y_i \end{bmatrix}$$

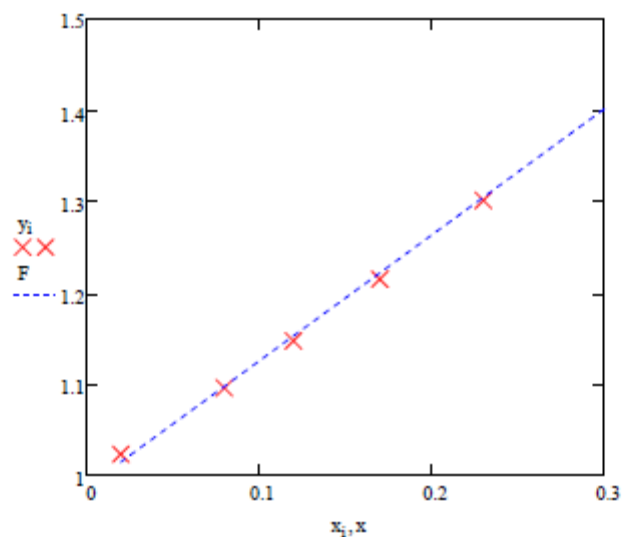
$$\text{lsolve}(A, B) = \begin{pmatrix} 1.381 \\ 0.987 \end{pmatrix}$$

$$a := 1.381$$

$$b := 0.987$$

$$S_1 := \sum_{i=0}^n (a \cdot x_i + b - y_i)^2 = 2.368 \times 10^{-4}$$

$$F_{\text{lin}} := a \cdot x + b$$



Индивидуальное задание 3 по теме «Численное интегрирование».

Задание 1. Вычислить значение определенного интеграла с помощью простейших квадратурных формул и формул Гаусса-Чебышева.

$$a := 1.2 \quad b := 2.4 \quad h := \frac{1}{10} \quad n := 12 \quad i := 0..n$$

$$x_0 := 1.2$$

$$x_i := x_0 + i \cdot h \quad y_i := \frac{1}{\sqrt{0.5 + (x_i)^2}}$$

Find the Integral using MathCAD formula:

$$\int_{1.2}^{2.4} \frac{1}{\sqrt{0.5 + x^2}} dx = 0.63689$$

Правило трапеций:

$$I_1 := h \left(\frac{y_0}{2} + \sum_{i=1}^{n-1} y_i + \frac{y_n}{2} \right) = 0.637132$$

Формула Симпсона:

$$m := \frac{n}{2}$$

$$k := 0..m$$

$$I_2 := \frac{h}{3} \left(y_0 + 4 \sum_{k=1}^m y_{2k-1} + 2 \sum_{k=1}^{m-1} y_{2k} + y_{2m} \right) = 0.63689$$

Формула Чебышева:

$$A := \frac{2}{n} \quad n := 2$$

$$t_1 := \sqrt{\frac{1}{3}} \quad t_2 := -t_1$$

$$g(t) := \frac{(a+b)}{2} + \frac{(b-a)}{2} \cdot t$$

$$I_3 := \frac{(b-a)}{2} \cdot \sum_{i=1}^2 \left[\frac{1}{\sqrt{0.5 + (g(t_i))^2}} \right] = 0.636683$$

Индивидуальное задание 4 по теме «Метод Монте-Карло».

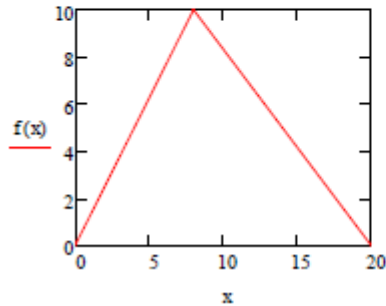
Задание 1. Вычислить площадь под кривой с помощью метода Монте-Карло, генерировать равномерно распределенные случайные числа.

Метод Монте-Карло:

```

for x [0,n], f(x)= (10x)/n
for x (n,20], f(x)= 10[(x-20)/(n-20)]
n := 8    y := 0
f(x) := if [x < n, 10x/n, 10((x-20)/(n-20))]

```



```

k := 1000    a := 20    b := 10
i := 0..k
x_i := rnd(a)    y_i := rnd(b)

```

```

m_i := if (y_i < f(x_i), 1, 0)    (assigns the random variable and compares it to whether it is
under or over the area)

```

```

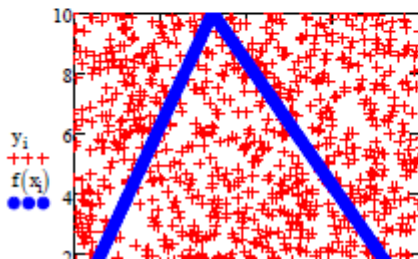
M := sum_{i=0}^k m_i = 500    (number of points inside the area)

```

```

I := M*(a*b) / k = 100    (the approx. square of area)

```



Индивидуальное задание 5 , продвинутый уровень

Используя метод сеток, составить решение смешанной задачи для дифференциального уравнения параболического типа $\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ (уравнения теплопроводности) при заданных начальных условиях $u(x,0) = f(x)$, $u(0,t) = \varphi(t)$, $u(0.6,t) = \psi(t)$, где $x \in [0;0.6]$. Решение выполнить при $h=0,1$ для $t \in [0;0.01]$ с четырьмя десятичными знаками, считая $\sigma = \frac{1}{6}$. Использовать пакет Matlab.

Граничные и начальные условия:

$$u(x,0) = \cos 2x \qquad u(0,t) = 1 - 6t \qquad u(0.6,t) = 0.3624$$

The MatLAB code:

```

clear all; clc;
L=8;
T=18;

```

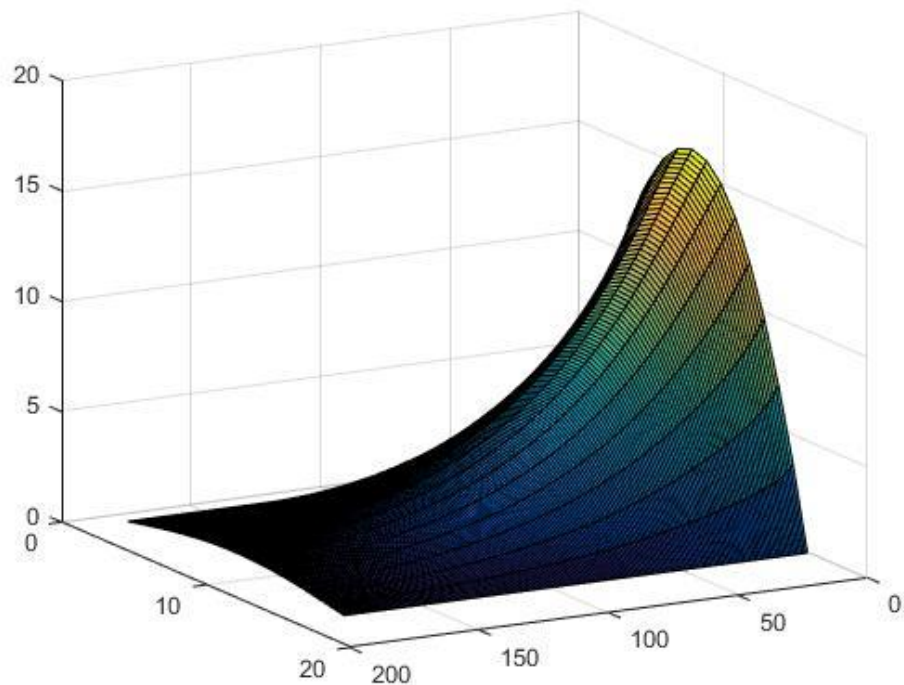
```

h=0.5;
tau=0.1;
n=L/h;
m=T/tau;
c=1;

for i=2:n
    x(1)=0;
    x(i)=i*h;
end
for j=2:m
    t(1)=0;
    t(j)=j*tau;
end
for i=1:n
    u(i,1)=x((i))*(8-x(i));
end;
for j=1:m
    u(1,j)=0;
    u(n,j)=0;
end;
for j=1:m-1
    for i=2:n-1
        u(i,j+1)=u(i,j)+(tau/(c^2)*(h^2))*(u(i+1,j)-2*(u(i,j))+u(i-1,j)));
    end;
end;
surf(u);

```

Graph for $u(L, j)$:



Типовые вопросы для собеседования и вопросы к зачету по дисциплине «Численные методы в механике» представлены в приложении 2.

Устные опросы

Устные опросы осуществляются преподавателем по завершению изучения каждого раздела. Вопросы и задания приведены в приложении 2. Для подготовки используется основная и дополнительная литература по дисциплине «Численные методы в механике», а также информация, размещенная в LMS BlackBoard. Вопросы, возникающие в процессе подготовки, студент может задать преподавателю на занятиях или на консультациях.

Тестирование

Тестирование осуществляется в системе BlackBoard.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Результаты самостоятельной работы студент выполняет в виде расчетно-графической работы по каждому изучаемому разделу. Решение предложенного преподавателем задания должно быть проведено указанными методами с помощью средств Mathcad и сопровождаться графиками, иллюстрирующими результаты сравнения изучаемых методов решения. При этом используются возможности вычислительной среды Mathcad по применению встроенных функций для оценки погрешности. Выполненные и проверенные задания отсылаются преподавателю через систему BlackBoard.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает расчетно-графические работы по каждому изучаемому разделу, которые должны быть защищены у преподавателя, а также подготовку к устным опросам. Выполнение и защита расчетно-графических работ обязательны для сдачи экзамена, при этом на экзамен выносятся только теоретические вопросы. Критерии оценки каждого вида работы приведены в приложении 2.

Приложение 2 к рабочей программе учебной дисциплины



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Численные методы в механике»
Направление подготовки – 15.03.03 «Прикладная механика»
профиль «Математическое и компьютерное моделирование механических
систем и процессов»
Форма подготовки: очная

Владивосток
2016

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p>ПК-2: применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности</p>	Знает	-базовый физико-математический аппарат, позволяющий решать задачи профессиональной деятельности области прикладной механики - основные математические модели реальных процессов
	Умеет	- применять методы математического и компьютерного моделирования при решении задач профессиональной деятельности
	Владеет	-навыком научных исследований процессов и отношений, методами анализа и интерпретации полученных результатов
<p>ПК-3: готовностью выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям</p>	Знает	- применять различные виды математического и физико- механического моделирования с использованием современных компьютерных технологий.
	Умеет	-методикой проведения научно-исследовательских работ при решении задач в области прикладной механики
	Владеет	- применять различные виды математического и физико- механического моделирования с использованием современных компьютерных технологий.
<p>ПК-4 готовностью выполнять научно-исследовательские работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня, и экспериментального оборудования для проведения механических испытаний</p>	Знает	-виды современного экспериментального оборудования; -основные методики проведения механических испытаний в области прикладной механики;
	Умеет	- проводить механические испытания в области прикладной механики с использованием современного экспериментального оборудования;
	Владеет	-научоёмкими компьютерными технологиями и навыками работы с современными высокопроизводительными вычислительными системами области прикладной механики

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства					
				текущий контроль	промежуточная аттестация				
1	«Приближение функций»	ПК-2	- базовый физико-математический аппарат, позволяющий решать задачи профессиональной деятельности области прикладной механики - основные математические модели реальных процессов	Собеседование (УО-1) ИДЗ 1-3(ПР-12)	Вопросы к экзамену 1-10				
			- применять методы математического и компьютерного моделирования при решении задач профессиональной деятельности						
			- навыком научных исследований процессов и отношений, методами анализа и интерпретации полученных результатов						
		ПК-3	- применять различные виды математического и физико-механического моделирования с использованием современных компьютерных технологий.						
			- методикой проведения научно-исследовательских работ при решении задач в области прикладной механики						
			- применять различные виды математического и физико-механического моделирования с использованием современных компьютерных технологий.						
		ПК-4	- виды современного экспериментального оборудования; - основные методики проведения механических испытаний в области прикладной механики;						
			- проводить механические испытания в области прикладной механики с использованием современного экспериментального оборудования;						
			- наукоёмкими компьютерными технологиями и навыками работы с современными высокопроизводительными вычислительными системами области прикладной механики						
		2	«Дифференциальное и интегральное исчисление»			ПК-2 ПК-3 ПК-4	- базовый физико-математический аппарат, позволяющий решать задачи профессиональной деятельности области прикладной механики - основные математические модели реальных процессов	Собеседование (УО-1)	Вопросы к экзамену 11-18
							- применять методы математического и компьютерного моделирования при решении задач профессиональной деятельности		
							- навыком научных исследований процессов и отношений, методами анализа и интерпретации полученных результатов		
	- применять различные виды математического и физико-механического моделирования с использованием современных компьютерных технологий.			ИДЗ 4-5(ПР-12)	Вопросы к экзамену 11-18				
	- методикой проведения научно-исследовательских работ при решении задач в области прикладной механики								
	- применять различные виды математического и физико-механического моделирования с использованием современных компьютерных технологий.								

		-виды современного экспериментального оборудования; -основные методики проведения механических испытаний в области прикладной механики;		
		- проводить механические испытания в области прикладной механики с использованием современного экспериментального оборудования;		
		-научоёмкими компьютерными технологиями и навыками работы с современными высокопроизводительными вычислительными системами области прикладной механики		

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-2: применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности	знает (пороговый уровень)	-базовый физико-математический аппарат, позволяющий решать задачи профессиональной деятельности области прикладной механики - основные математические модели реальных процессов	знание основных методов и средств научных исследований, круг научно-технических задач в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий	целостное представление о возможностях научного эксперимента, его целях и задачах, знание классификации типов простых и сложных экспериментальных моделей, и методов, применяемых в механике с целью корректного отображения реальных механических процессов
	умеет (продвинутый)	- применять методы математического и компьютерного моделирования при решении задач профессиональной деятельности	умение свободно применять современное программное обеспечение для решения задач механики в процессе профессиональной деятельности	способность составлять описания выполненных расчетно-экспериментальных работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации

	владеет (высокий)	-навыком научных исследований процессов и отношений, методами анализа и интерпретации полученных результатов	способность широко использовать программные пакеты вычислительной математики, уверенно применять имеющийся в них комплекс инструментов, добиваясь эффективного решения задач	уверенное владение навыками работы с вычислительными пакетами как средством, позволяющим существенно облегчить рутинные аналитические и вычислительные расчеты
ПК-3: быть готовым выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям	знает (пороговый уровень)	- применять различные виды математического и физико-механического моделирования с использованием современных компьютерных технологий.	знание основных методов и средств научных исследований, круг научно-технических задач в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий	целостное представление о возможностях научного эксперимента, его целях и задачах, знание классификации типов простых и сложных экспериментальных моделей, и методов, применяемых в механике с целью корректного отображения реальных механических процессов
	умеет (продвинутый)	-методикой проведения научно-исследовательских работ при решении задач в области прикладной механики	умение выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач,	способность применять современные теории, физико-математические и вычислительные методы, оценивать, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты
	владеет (высокий)	- применять различные виды математического и физико-механического моделирования с использованием современных компьютерных технологий.	способность выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики	свободное применение классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям
ПК-4 быть готовым выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов,	знает (пороговый уровень)	-виды современного экспериментального оборудования;	знание основных методов и средств научных исследований, круг научно-технических задач в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий	целостное представление о возможностях научного эксперимента, его целях и задачах, знание классификации типов простых и сложных экспериментальных моделей, и методов, применяемых в механике с целью корректного отображения реальных механических процессов

высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности мирового уровня, и экспериментального оборудования для проведения механических испытаний	умеет (продвинутой)	-основные методики проведения механических испытаний в области прикладной механики;	умение выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач,	способность применять современные теории, физико-математические и вычислительные методы, оценивать, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты
	владеет (высокий)	- проводить механические испытания в области прикладной механики с использованием современного экспериментального оборудования;	способность выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики	свободное применение классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Типовые вопросы к экзамену

1. Элементарная теория погрешностей, вычислительные задачи, методы и алгоритмы.
2. Численные методы решения систем линейных уравнений. Метод прогонки. Метод итерации. Метод Зейделя.
3. Задача точечной аппроксимации.
4. Интерполяция многочленами. Многочлен Лагранжа.
5. Аппроксимация методом наименьших квадратов. Линейная регрессия.
6. Интерполяция сплайнами. Сплайны, их свойства и построение.
7. Простейшие квадратурные формулы численного интегрирования. Оценка погрешностей методов.
8. Квадратурные формулы Гаусса-Чебышева.

9. Решение систем нелинейных уравнений. Метод итераций. Метод Ньютона. Модификации метода Ньютона.
10. Вывод аппроксимационных формул для первой производной. Формулы для производной второго порядка.
11. Задача Коши для дифференциального уравнения первого порядка. Метод Эйлера решения задачи Коши.
12. Методы Рунге-Кутты. Метод Эйлера-Коши. Сравнение методов.
13. Основные понятия разностных схем- аппроксимация, сходимость, устойчивость.
14. Классификация уравнений математической физики. Уравнения в частных производных.
15. Граничные и начальные условия. Уравнения параболического, эллиптического и параболического типов.
16. Метод сеток для уравнений параболического типа. Явная схема. Неявная схема.
17. Метод сеток для уравнения гиперболического типа.
18. Метод сеток для уравнения эллиптического типа.

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине
«Численные методы в механике»**

Баллы (рейтингово й оценки)	Оценка экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86-100	«отлично»	<u>Оценка «отлично»</u> выставляется студенту: обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение применять его и владение изученным материалом; излагающему ответы полно, последовательно и логически стройно; усвоившему взаимосвязь основных и производных понятий; проявившему творческие способности в знании, умении и владении изученным материалом; знающему, умеющему и владеющему навыками приемами выполнения практических заданий и профессиональных задач; показывающему знакомство с основной и дополнительной учебной литературой; способному самостоятельно

		пополнять и развивать знания, умения и навыки в профессиональной деятельности
76-85	«хорошо»	<u>Оценка «хорошо» выставляется студенту:</u> обнаружившему системное знание, хорошее умение и владение учебным материалом; излагающему ответы грамотно и по существу заданных вопросов; не допускающему грубых неточностей; умеющему применять основные методики решения стандартных задач; способному самостоятельно пополнять умения и навыки в учебной деятельности
61-75	«удовлетворительно»	<u>Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту:</u> обнаружившему знание программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности; усвоившему взаимосвязь основных понятий; допускающему в ответах неточности, испытывающему затруднения при решении практических задач, способному ликвидировать пробелы в знаниях и умениях под руководством преподавателя
0-60	«неудовлетворительно»	<u>Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту:</u> обнаружившему большие пробелы в знании основного программного материала; допускающему принципиальные ошибки в изложении материала или в ответах на вопросы; не умеющему применять имеющиеся знания в решении практических и профессиональных задач; не владеющему основными методиками решения задач или испытывающему значительные затруднения в этом; изучившим материал в объеме, недостаточном для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности; не могущему продолжить обучение без дополнительных занятий дисциплине

КОМПЛЕКСЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

Перечень оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
		Устный опрос	

1	Собеседование (УО-1)	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по разделам дисциплины
---	----------------------	---	--------------------------------

Вопросы для собеседования

по дисциплине «Численные методы в механике»

Модуль 1.

1. Элементарная теория погрешностей, вычислительные задачи, методы и алгоритмы.
2. Численные методы решения систем линейных уравнений. Метод прогонки. Метод итерации. Метод Зейделя.
3. Задача точечной аппроксимации.
4. Интерполяция многочленами. Многочлен Лагранжа.
5. Аппроксимация методом наименьших квадратов. Линейная регрессия.
6. Интерполяция сплайнами. Сплайны, их свойства и построение.
7. Простейшие квадратурные формулы численного интегрирования. Оценка погрешностей методов.
9. Квадратурные формулы Гаусса-Чебышева.
10. Решение систем нелинейных уравнений. Метод итераций. Метод Ньютона. Модификации метода Ньютона.

Модуль 2.

11. Вывод аппроксимационных формул для первой производной. Формулы для производной второго порядка.
12. Задача Коши для дифференциального уравнения первого порядка. Метод Эйлера решения задачи Коши.
13. Методы Рунге-Кутты. Метод Эйлера-Коши. Сравнение методов.
14. Основные понятия разностных схем- аппроксимация, сходимость, устойчивость.

15. Классификация уравнений математической физики. Уравнения в частных производных.
16. Граничные и начальные условия. Уравнения параболического, эллиптического и параболического типов.
17. Метод сеток для уравнений параболического типа. Явная схема. Неявная схема.
18. Метод сеток для уравнения гиперболического типа.
19. Метод сеток для уравнения эллиптического типа.