

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

И. о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_  
(подпись) Василенко В.Н.  
(Ф.И.О.)

"\_30" \_\_\_\_\_ 05 \_\_\_\_\_ 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Вычислительная механика**

Направление подготовки  
**15.03.03 Прикладная механика**

Направленность (профиль) подготовки  
**Компьютерные и цифровые технологии в машиностроении**

Квалификация выпускника  
**Бакалавр**

**Воронеж**

**1.**

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

28 Производство машин и оборудования (в сфере повышения надежности и долговечности работы деталей, узлов и механизмов);

40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сферах: обеспечения необходимой динамики, прочности, устойчивости, рациональной оптимизации, долговечности, ресурса, живучести, надежности и безопасности машин, конструкций, композитных структур, сооружений, установок, агрегатов, оборудования, приборов и аппаратуры и их элементов; расчетно-экспериментальных работ с элементами научных исследований в области прикладной механики; разработки и проектирования новой техники и технологий).

Дисциплина направлена на решение типов задач профессиональной деятельности проектно-конструкторский, научно-исследовательский, производственно-технологический.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки/специальности 15.03.03 Прикладная механика.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-11	Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии.	ИД1 <sub>ОПК-11</sub> – Привлекает для решения профессиональных задач физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии
2	ОПК-14	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.	ИД1 <sub>ОПК-14</sub> – Разрабатывает алгоритмы и компьютерные программы, для практического применения и предназначенные для решения математических моделей, описывающих физико-механические процессы и явления в машинах, конструкциях, композитных структурах, установках, оборудовании и других объектах современной техники ИД2 <sub>ОПК-14</sub> – Адаптирует существующие алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения и предназначенные для решения математических моделей, описывающих физико-механические процессы и явления в машинах, конструкциях, композитных структурах, установках, оборудовании и других объектах современной техники

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД2 <sub>опк-11</sub> — Привлекает для решения профессиональных задач физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии	Знает: математические основы современных численных методов; современные компьютерные технологии для решения профессиональных задач с применением численных методов
	Умеет: выбирать подходящие численные методы и применять соответствующие физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии для решения типовых задач профессиональной деятельности
	Владеет: навыками решения профессиональных задач с привлечением соответствующего физико-математического аппарата и современных компьютерных технологий.
ИД1 <sub>опк-14</sub> — Разрабатывает алгоритмы и компьютерные программы, для практического применения и предназначенные для решения математических моделей, описывающих физико-механические процессы и явления в машинах, конструкциях, композитных структурах, установках, оборудовании и других объектах современной техники	Знает: численные методы и алгоритмы их реализации
	Умеет: разрабатывать алгоритмы численного решения типовых математических моделей, описывающих физико-механические процессы и явления в машинах, конструкциях, композитных структурах, установках, оборудовании и других объектах современной техники; разрабатывает на основе алгоритмов численного решения типовых математических моделей компьютерные программы, пригодные для практического применения.
	Владеет: навыками разработки алгоритмов и компьютерных программ, для практического применения и предназначенные для решения математических моделей, описывающих физико-механические процессы и явления в машинах, конструкциях, композитных структурах, установках, оборудовании и других объектах современной техники
ИД2 <sub>опк-14</sub> — Адаптирует существующие алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения и предназначенные для решения математических моделей, описывающих физико-механические процессы и явления в машинах, конструкциях, композитных структурах, установках, оборудовании и других объектах современной техники	Знает: существующие алгоритмы и компьютерные программы, предназначенные для решения математических моделей, описывающих физико-механические процессы и явления в машинах, конструкциях, композитных структурах, установках, оборудовании и других объектах современной техники
	Умеет: применять существующие алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения и предназначенные для решения математических моделей, описывающих физико-механические процессы и явления в машинах, конструкциях, композитных структурах, установках, оборудовании и других объектах современной техники
	Владеет: навыками адаптации существующих алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения и предназначенных для решения математических моделей, описывающих физико-механические процессы и явления в машинах, конструкциях, композитных структурах, установках, оборудовании и других объектах современной техники

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы ВО

Дисциплина относится к *обязательной части* Блока 1 ООП. Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплин: *прочность материалов и конструкций, механика жидкости и газа, основы робототехники и мехатронных систем, программирование на языках высшего уровня, учебная практика, ознакомительная практика, учебная практика, научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы).*

Дисциплина является предшествующей для изучения: *производственная практика, преддипломная практика, выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.*

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 9 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч	
		6	7
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	<b>324</b>	<b>216</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа</b> в т. ч. аудиторные занятия:	<b>157,1</b>	<b>94</b>	<b>63,1</b>
Лекции	66	36	30
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Практические занятия	51	36	15
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>		-	-
Лабораторные занятия	33	18	15
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>		-	-
Консультации текущие	3,3	1,8	1,5
<b>Курсовая работа</b>	<b>1,5</b>	-	<b>1,5</b>
<b>Консультация перед экзаменом</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	-
<b>Вид аттестации (экзамен)</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	-
<b>Вид аттестации (зачет)</b>	<b>0,1</b>	-	<b>0,1</b>
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>133,1</b>	<b>88,2</b>	<b>44,9</b>
Проработка материалов по учебникам, учебным пособиям	57,5	48,6	8,9
Проработка материалов по лекциям	27	18	9
Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	13,8	10,8	3
Подготовка к защите лабораторных и практических работ (собеседование, тестирование)	13,8	10,8	3
Курсовая работа	15	-	15
Подготовка к зачету	6	-	6
<b>Подготовка к экзамену</b>	<b>33,8</b>	<b>33,8</b>	-

**5 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

##### 5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, часы
<b>6 семестр</b>			
1	Методы вычислительной математики в решении инженерных задач	Классификация численных методов. Источники и классификация погрешностей. Приближенные числа. Устойчивость и сходимости численного решения. Конечные разности. Обзор современных систем компьютерной математики (MATLAB, Mathcad, SMath Studio и др.). Функциональность, принципы работы в SMath Studio. Основы программирования в SMath Studio. Визуализация результатов расчета. Понятие систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Матричная запись СЛАУ. Матрицы и их свойства. Прямые методы решения СЛАУ: метод Гаусса, метод LU – разложения, матричный	<b>212</b>

		метод. Итерационные методы: метод простой итерации, метод Якоби, метод Зейделя. Оценка ошибки приближенного решения. Понятие нелинейных уравнений. Графический способ определения приближенных корней. Численные методы уточнения корней: метод бисекции, метод хорд, метод Ньютона, метод простой итерации. Решение систем нелинейных уравнений: метод Ньютона, метод простой итерации. Понятие о приближении функции. Полиномы Чебышева. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона. Точность интерполяции. Сплайны. Метод наименьших квадратов. Функции двух переменных. Полнофакторное планирование экспериментальных исследований. Численное дифференцирование. Конечные разности первого и второго порядка. Интерполяционный метод. Метод Рунге-Ромберга. Численное интегрирование. Метод прямоугольников. Метод трапеций. Метод Симпсона. Метод Монте-Карло. Оценка погрешности численного интегрирования. Квадратурные формулы Гаусса. Конечно-разностные схемы для обыкновенных дифференциальных уравнений. Численное решение задачи Коши. Метод Эйлера и его модификация. Метод Рунге-Кутты. Численное решение систем ОДУ. Численное решение краевых задач. Ошибка приближенного решения.	
2		<i>Консультации текущие</i>	<b>1,8</b>
3		<i>Консультация перед экзаменом</i>	<b>2</b>
4		<i>Экзамен</i>	<b>0,2</b>
<b>7 семестр</b>			
5	Основные положения метода конечных элементов (МКЭ) при решении инженерных задач.	Основные положения метода конечных элементов. Основные принципы моделирования методом конечных элементов. Обзор современного программного обеспечения, применяемых для решения инженерных задач методом конечных элементов (APMFEM для Компас 3D, APMWinMachine, T-Flex, FlowVision, Ansys, SolidWorks, ПК Лира). Задачи теории упругости и методы их решения. Основные соотношения теории упругости в матричной форме. Основные соотношения метода конечных элементов при линейном напряженно-деформированном состоянии стержня. Основы формирования расчетных зависимостей стержневых систем. Основные соотношения метода конечных элементов при кручении и изгибе стержней. Основные соотношения метода конечных элементов при сложном нагружении стержней.	<b>104,9</b>
6		<i>Консультации текущие</i>	<b>1,5</b>
7		<i>Курсовая работа</i>	<b>1,5</b>
8		<i>Зачет</i>	<b>0,1</b>

## 5.2 Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ПЗ, час	ЛР, час	СРС, час
1.	Методы вычислительной математики в решении инженерных задач	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>88,2</b>
2	Консультации текущие			<b>1,8</b>	
3	Консультация перед экзаменом			<b>2</b>	
4	Зачет			<b>0,2</b>	
5	Основные положения метода конечных элементов (МКЭ) при решении инженерных задач.	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>44,9</b>
6	Консультации текущие			<b>1,5</b>	
7	Курсовая работа			<b>1,5</b>	
8	Зачет			<b>0,1</b>	

## 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
<b>6 семестр</b>			
1.	Методы вычислительной математики в решении инженерных задач	Классификация численных методов. Источники и классификация погрешностей. Приближенные числа. Устойчивость и сходимость численного решения. Конечные разности.	2
		Обзор современных систем компьютерной математики (MATLAB, Mathcad, SMath Studio и др.). Функциональность, принципы работы в SMath Studio. Основы программирования в SMath Studio. Визуализация результатов расчета.	4
		Понятие систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Матричная запись СЛАУ. Матрицы и их свойства. Прямые методы решения СЛАУ: метод Гаусса, метод LU – разложения, матричный метод. Итерационные методы: метод простой итерации, метод Якоби, метод Зейделя. Оценка ошибки приближенного решения.	4
		Понятие нелинейных уравнений. Графический способ определения приближенных корней. Численные методы уточнения корней: метод бисекции, метод хорд, метод Ньютона, метод простой итерации. Решение систем нелинейных уравнений: метод Ньютона, метод простой итерации.	4
		Понятие о приближении функции. Полиномы Чебышева. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона. Точность интерполяции. Сплайны. Метод наименьших квадратов. Функции двух переменных. Полнофакторное планирование экспериментальных исследований.	6
		Численное дифференцирование. Конечные разности первого и второго порядка. Интерполяционный метод. Метод Рунге-Ромберга.	4
		Метод прямоугольников. Метод трапеций. Метод Симпсона. Метод Монте-Карло. Оценка погрешности численного интегрирования. Квадратурные формулы Гаусса.	4
		Конечно-разностные схемы для обыкновенных дифференциальных уравнений. Численное решение задачи Коши. Метод Эйлера и его модификация. Метод Рунге-Кутты. Численное решение систем ОДУ. Численное решение краевых задач. Метод сеток для решения задач в частных производных	8
<b>7 семестр</b>			
2.	Основные положения метода конечных элементов (МКЭ) при решении инженерных задач.	Основные положения метода конечных элементов. Основные принципы моделирования методом конечных элементов.	4
		Обзор современного программного обеспечения, применяемых для решения инженерных задач методом конечных элементов (APMFEM для Компас 3D, APMWinMachine, T-Flex, FlowVision, Ansys, SolidWorks, ПК Лира).	4
		Задачи теории упругости и методы их решения. Основные соотношения теории упругости в матричной форме.	2
		Основные соотношения метода конечных элементов при линейном напряженно-деформированном состоянии стержня.	2

		Основы формирования расчетных зависимостей стержневых систем.	4
		Основные соотношения метода конечных элементов при кручении и изгибе стержней.	4
		Основные соотношения метода конечных элементов при сложном нагружении стержней.	4
		Плоский треугольный элемент. Аппроксимация поля перемещений точек внутри КЭ. Матрица аппроксимирующих функций; механический смысл её элементов. Матрица жёсткости этого КЭ; механический смысл элементов этой матрицы и блоков этой матрицы. Общее и упрощенное приведение распределённой нагрузки к эквивалентной узловой нагрузке. Преимущества и недостатки этого КЭ.	6

### 5.2.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических работ	Трудоемкость, час
<b>6 семестр</b>			
1.	Методы вычислительной математики в решении инженерных задач	Оценка погрешности вычислений	4
		Решение СЛАУ методом Гаусса - Жордана	4
		Решение СЛАУ итерационными методами	2
		Решение уравнения с одним неизвестным	2
		Решение системы нелинейных уравнений	2
		Интерполяционные полиномы	2
		Метод наименьших квадратов	2
		Обработка результатов полнофакторного эксперимента	2
		Сравнение методов численного дифференцирования с аналитическим	2
		Интегрирование методами прямоугольников, трапеций, Симпсона.	2
		Конечные разности.	2
		Сравнительная оценка модифицированного метода Эйлера и метода Рунге-Кутты при численном решении ОДУ первого порядка.	2
		Численное решение системы ОДУ	2
		Численное решение краевых задач.	2
Устойчивость продольно-сжатого стержня	4		
<b>7 семестр</b>			
2.	Основные положения метода конечных элементов (МКЭ) при решении инженерных задач.	Общий алгоритм статического расчета МКЭ.	2
		Матрица жесткости линейного упругого элемента.	2
		Матрица жесткости системы линейных упругих элементов.	2
		Формирование расчетных зависимостей МКЭ и расчет ступенчатого стержня при растяжении или сжатии.	2
		Формирование расчетных зависимостей МКЭ и расчет плоской стержневой системы.	2
		Формирование расчетных зависимостей МКЭ при изгибе балки.	2
		Формирование расчетных зависимостей МКЭ при изгибе с кручением балки.	3

### 5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость, час
6 семестр			

1.	Методы вычислительной математики в решении инженерных задач	Интерфейс и основы работы в SMath Studio.	4
		Использование встроенных функций решения СЛАУ и программирование итерационных методов	2
		Уточнение корней нелинейных уравнений встроенными функциями и программирование численных методов уточнения корней.	2
		Численное решение системы нелинейных уравнений.	2
		Интерполяция встроенными функциями и полиномом Лагранжа.	2
		Дифференцирование функции при помощи встроенных функций SMath Studio	2
		Сравнение методов интегрирования с результатами вычисления встроенными функциями	2
		Решение дифференциальных уравнений встроенными функциями SMath Studio	2
<b>7 семестр</b>			
2.	Основные положения метода конечных элементов (МКЭ) при решении инженерных задач.	Интерфейс и основы работы с APMFEM для Компас 3D	6
		Расчет МКЭ ступенчатого статически-неопределимого стержня на растяжение в SMath Studio.	2
		Расчет плоской стержневой системы в SMath Studio.	2
		Расчет пространственной стержневой системы в SMath Studio.	2
		Расчет в SMath Studio статически определимой балки МКЭ на изгиб.	3

#### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
1.	Методы вычислительной математики в решении инженерных задач	Проработка материалов по учебникам, учебным пособиям	48,6
		Проработка материалов по лекциям	18
		Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	10,8
		Подготовка к защите лабораторных и практических работ (собеседование, тестирование)	10,8
		<b>Подготовка к экзамену</b>	<b>33,8</b>
2.	Основные положения метода конечных элементов (МКЭ) при решении инженерных задач.	Проработка материалов по учебникам, учебным пособиям	8,9
		Проработка материалов по лекциям	9
		Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	3
		Подготовка к защите лабораторных и практических работ (собеседование, тестирование)	3
		Курсовая работа	15
		Подготовка к зачету	6

### 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

#### 6.1 Основная литература

1. Мкртычев, О. В. Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг : учебное пособие / О. В. Мкртычев. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2021. — 66 с.



<https://e.lanbook.com/book/179197>

2. Маламанов, С. Ю. Решение задач механики с помощью современных вычислительных технологий : учебное пособие / С. Ю. Маламанов. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2022. — 20 с. <https://e.lanbook.com/book/382220>

3. Слабнов, В. Д. Численные методы / В. Д. Слабнов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 392 с. <https://e.lanbook.com/book/359849>

4. Горлач, Б. А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация / Б. А. Горлач, В. Г. Шахов. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 292 с. <https://e.lanbook.com/book/305219>

## 6.2 Дополнительная литература

1. Язев, В. А. Численные методы в Mathcad : учебное пособие для вузов / В. А. Язев, И. Лукьяненко, С. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 116 с. <https://e.lanbook.com/book/200381>

2. Амосов, А. А. Вычислительные методы / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 672 с. <https://e.lanbook.com/book/327497>

3. Солдаткин, А. В. Введение в метод конечных элементов : учебное пособие / А. В. Солдаткин, Е. С. Баранова. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2020. — 123 с. <https://e.lanbook.com/book/172238>

4. Киреев, В. И. Численные методы в примерах и задачах : учебное пособие (гриф УМО) / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. <https://e.lanbook.com/book/212063>

## 6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

Освоение закрепленных за дисциплиной компетенций осуществляется посредством изучения теоретического материала на лекциях, выполнения практических работ. Учебно-методический комплекс дисциплины размещен в Электронной информационно-образовательной среде ВГУИТ <http://education.vsu.ru/>.

## 6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	<a href="http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp?">http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp?</a>
Образовательная платформа «Юрайт»	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
ЭБС «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
АИБС «МегаПро»	<a href="https://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web">https://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web</a>
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="http://minobrnauki.gov.ru">http://minobrnauki.gov.ru</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	<a href="http://education.vsu.ru">http://education.vsu.ru</a>

## 6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ».

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Adobe Reader XI	(бесплатное ПО) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</a>
Альт Образование	Лицензия № ААА.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»
Microsoft Windows 8	Microsoft Open License
Microsoft Windows 8.1	Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#61280574 от 06.12.2012 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>
Microsoft Office Professional Plus 2010	Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>  Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #61181017 от 20.11.2012 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>
Microsoft Office 2007 Standart	Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>
Libre Office 6.1	Лицензия № ААА.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно» (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)
КОМПАС 3D LT v 12	(бесплатное ПО) <a href="http://zoomexe.net/ofis/project/2767-kompas-3d.html">http://zoomexe.net/ofis/project/2767-kompas-3d.html</a>
T-FLEX CAD 3D Университетская	Договор № 74-В-ТСН-3-2018 с ЗАО «ТОП СИСТЕМЫ» от 07.05.2018 г. Лицензионное соглашение № А00007197 от 22.05.2018 г.
Компас 3D V21	Лицензионное соглашение с ЗАО «Аскон» № КАД-16-1380 Сублицензионный договор с ООО «АСКОН-Воронеж» от 09.02.2022 г.
APM WinMachine	Лицензионное соглашение с ООО НТЦ «АПМ» № 105416 от 22.11.2016 г.

#### **Справочно-правовые системы**

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Справочные правовая система «Консультант Плюс»	Договор о сотрудничестве с «Информсвязь-черноземье», Региональнальный информационный центр общероссийской сети распространения правовой информации Консультант Плюс № 8-99/RD от 12.02.1999 г.

### **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий:

Аудитории № 124, № 127, № 133. Комплект мебели для учебного процесса.

Переносное мультимедийное оборудование: проектор ViewSonicPJD 5232, экран на штативе DigisKontur-CDSKS-1101.

127а .Компьютеры со свободным доступом в сеть Интернет (12 шт)

Дополнительно для самостоятельной работы обучающихся используются читальные залы ресурсного центра ВГУИТ оснащенные компьютерами со свободным доступом в сеть Интернет и библиотечным и информационно- справочным системами

## **8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

**Оценочные материалы (ОМ)** для дисциплины (модуля) включают в себя:

- перечень компетенций с указанием индикаторов достижения компетенций, этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

ОМ представляются отдельным комплектом и **входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля)**.

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

**АННОТАЦИЯ  
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ  
«Вычислительная механика»**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-11	Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии.	ИД1 <sub>ОПК-11</sub> – Привлекает для решения профессиональных задач физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии
2	ОПК-14	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.	ИД1 <sub>ОПК-14</sub> – Разрабатывает алгоритмы и компьютерные программы, для практического применения и предназначенные для решения математических моделей, описывающих физико-механические процессы и явления в машинах, конструкциях, композитных структурах, установках, оборудовании и других объектах современной техники ИД2 <sub>ОПК-14</sub> – Адаптирует существующие алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения и предназначенные для решения математических моделей, описывающих физико-механические процессы и явления в машинах, конструкциях, композитных структурах, установках, оборудовании и других объектах современной техники

**Содержание разделов дисциплины.**

Классификация численных методов. Источники и классификация погрешностей. Приближенные числа. Устойчивость и сходимость численного решения. Конечные разности. Обзор современных систем компьютерной математики (MATLAB, Mathcad, SMath Studio и др.). Функциональность, принципы работы в SMath Studio. Основы программирования в SMath Studio. Визуализация результатов расчета.

Понятие систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Матричная запись СЛАУ. Матрицы и их свойства. Прямые методы решения СЛАУ: метод Гаусса, метод LU – разложения, матричный метод. Итерационные методы: метод простой итерации, метод Якоби, метод Зейделя. Оценка ошибки приближенного решения.

Понятие нелинейных уравнений. Графический способ определения приближенных корней. Численные методы уточнения корней: метод бисекции, метод хорд, метод Ньютона, метод простой итерации. Решение систем нелинейных уравнений: метод Ньютона, метод простой итерации. Понятие о приближении функции. Полиномы Чебышева. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона. Точность интерполяции. Сплайны. Метод наименьших квадратов. Функции двух переменных. Полнофакторное планирование экспериментальных исследований.

Численное дифференцирование. Конечные разности первого и второго порядка. Интерполяционный метод. Метод Рунге-Ромберга.

Численное интегрирование. Метод прямоугольников. Метод трапеций. Метод Симпсона. Метод Монте-Карло. Оценка погрешности численного интегрирования. Квадратурные формулы Гаусса. Конечно-разностные схемы для обыкновенных дифференциальных уравнений. Численное решение задачи Коши. Метод Эйлера и его модификация. Метод Рунге-Кутты. Численное решение систем ОДУ. Численное решение краевых задач. Ошибка приближенного решения. Основные положения метода конечных элементов. Основные принципы моделирования методом конечных элементов. Обзор современного программного обеспечения, применяемых для

решения инженерных задач методом конечных элементов (APMFEM для Компас 3D, APMWinMachine, T-Flex, FlowVision, Ansys, SolidWorks, ПК Лира). Задачи теории упругости и методы их решения. Основные соотношения теории упругости в матричной форме.

Основные соотношения метода конечных элементов при линейном напряженно-деформированном состоянии стержня. Основы формирования расчетных зависимостей стержневых систем. Основные соотношения метода конечных элементов при кручении и изгибе стержней. Основные соотношения метода конечных элементов при сложном нагружении стержней.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**  
**к рабочей программе**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**  
**ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

**Вычислительная механика**

## 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-11	Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии.	ИД1 <sub>ОПК-11</sub> – Привлекает для решения профессиональных задач физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии
2	ОПК-14	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.	ИД1 <sub>ОПК-14</sub> – Разрабатывает алгоритмы и компьютерные программы, для практического применения и предназначенные для решения математических моделей, описывающих физико-механические процессы и явления в машинах, конструкциях, композитных структурах, установках, оборудовании и других объектах современной техники
			ИД2 <sub>ОПК-14</sub> – Адаптирует существующие алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения и предназначенные для решения математических моделей, описывающих физико-механические процессы и явления в машинах, конструкциях, композитных структурах, установках, оборудовании и других объектах современной техники

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД2 <sub>ОПК-11</sub> – Привлекает для решения профессиональных задач физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии	Знает: математические основы современных численных методов; современные компьютерные технологии для решения профессиональных задач с применением численных методов
	Умеет: выбирать подходящие численные методы и применять соответствующие физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии для решения типовых задач профессиональной деятельности
	Владеет: навыками решения профессиональных задач с привлечением соответствующего физико-математического аппарата и современных компьютерных технологий.
ИД1 <sub>ОПК-14</sub> – Разрабатывает алгоритмы и компьютерные программы, для практического применения и предназначенные для решения математических моделей, описывающих физико-механические процессы и явления в машинах, конструкциях, композитных структурах, установках, оборудовании и других объектах современной техники	Знает: численные методы и алгоритмы их реализации
	Умеет: разрабатывать алгоритмы численного решения типовых математических моделей, описывающих физико-механические процессы и явления в машинах, конструкциях, композитных структурах, установках, оборудовании и других объектах современной техники; разрабатывает на основе алгоритмов численного решения типовых математических моделей компьютерные программы, пригодные для практического применения.
	Владеет: навыками разработки алгоритмов и компьютерных программ, для практического применения и предназначенные для решения математических моделей, описывающих физико-механические процессы и явления в машинах, конструкциях, композитных структурах, установках, оборудовании и других объектах современной техники
ИД2 <sub>ОПК-14</sub> – Адаптирует существующие алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения и предназначенные для решения	Знает: существующие алгоритмы и компьютерные программы, предназначенные для решения математических моделей, описывающих физико-механические процессы и явления в машинах, конструкциях, композитных структурах, установках, оборудовании и других объектах современной техники

математических моделей, описывающих физико-механические процессы и явления в машинах, конструкциях, композитных структурах, установках, оборудовании и других объектах современной техники	Умеет: применять существующие алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения и предназначенные для решения математических моделей, описывающих физико-механические процессы и явления в машинах, конструкциях, композитных структурах, установках, оборудовании и других объектах современной техники
	Владеет: навыками адаптации существующих алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения и предназначенных для решения математических моделей, описывающих физико-механические процессы и явления в машинах, конструкциях, композитных структурах, установках, оборудовании и других объектах современной техники

## 2 Паспорт оценочных материалов по дисциплине/практике

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные материалы		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Методы вычислительной математики в решении инженерных задач	ОПК-11	Тестирование	1-10	Тестирование Процентная шкала 0-100 %
			Собеседование	31-39	Проверка преподавателем «зачтено – не зачтено»
		ОПК-14	Тестирование	21-26	Тестирование Процентная шкала 0-100 %
			Собеседование	46-54	Проверка преподавателем «зачтено – не зачтено»
2	Основные положения метода конечных элементов (МКЭ) при решении инженерных задач.	ОПК-11	Тестирование	11-20	Тестирование Процентная шкала 0-100 %
			Собеседование	40-45	Проверка преподавателем «зачтено – не зачтено»
		ОПК-14	Тестирование	27-30	Тестирование Процентная шкала 0-100 %
			Собеседование	55	Проверка преподавателем «зачтено – не зачтено»

## 3 Оценочные материалы для промежуточной аттестации.

**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**

Для оценки знаний, умений, навыков студентов по дисциплине применяется бально-рейтинговая система оценки сформированности компетенций студента.

Бально-рейтинговая система оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий и контроля самостоятельной работы. Показателями ОМ являются: текущий опрос в виде собеседования на лабораторных и практических занятиях, тестовые задания. Оценки выставляются в соответствии с графиком контроля текущей успеваемости студентов в автоматизированную систему баз данных (АСУБД) «Рейтинг студентов».

Обучающийся, набравший в семестре более 60 % от максимально возможной бально-рейтинговой оценки работы в семестре получает зачет или экзамен автоматически.

Студент, набравший за текущую работу в семестре менее 60 %, т.к. не выполнил всю работу в семестре по объективным причинам (болезнь, официальное освобождение и т.п.) допускается до текущей аттестации, однако ему дополнительно задаются вопросы на собеседовании по разделам, выносимым на аттестацию.

Аттестация обучающегося по дисциплине проводится в форме тестирования и предусматривает возможность последующего собеседования.

В случае неудовлетворительной сдачи зачета студенту предоставляется право повторной сдачи в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по



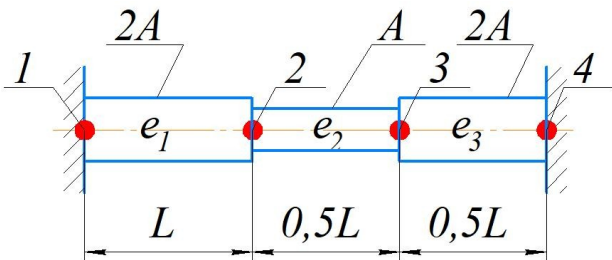
итогам соответствующей сессии. При повторной сдаче зачета количество набранных студентом баллов на предыдущей аттестации не учитывается.

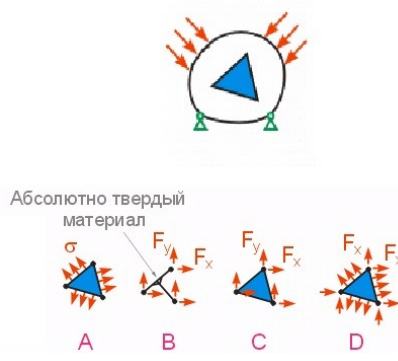
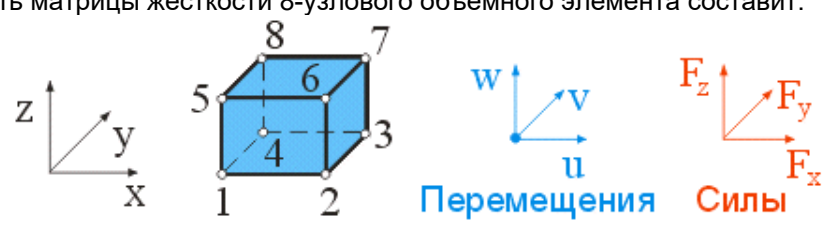
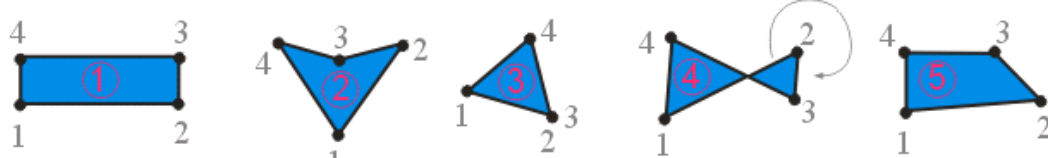
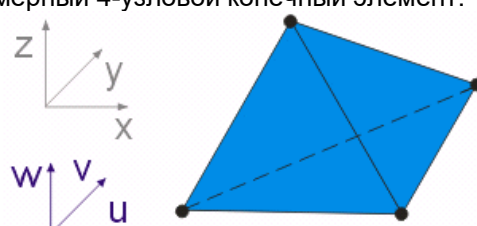
### 3.1 Тесты (тестовые задания)

#### 3.1.1 Шифр и наименование компетенции

**ОПК-11 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии.**

№ задания	Тестовое задание с вариантами ответов и правильными ответами
1	<p>Абсолютной погрешностью называется –  <i>Выберите один вариант ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. разность между точным и приближенным числами</li> <li>2. модуль разности между точным и приближенным числами</li> <li>3. отношение между точным и приближенным числами</li> <li>4. верхняя оценка модуля разности между точными и приближенными числами</li> </ol>
2	<p>При проведении испытаний исследуемый образец нагрелся до температуры 120 °С, при этом погрешность измерений составила 1,5%. <i>Выберите числа, характеризующие диапазон в котором находится истинное значение температуры:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 118,2</li> <li>2. 121,8</li> <li>3. 121,5</li> <li>4. 118,5</li> </ol>
3	<p>Непрерывная на отрезке <math>[a, b]</math> функция <math>F(x)</math> содержит внутри этого отрезка хотя бы один корень уравнения <math>F(x) = 0</math>, если выполняется условие:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>F(a) \cdot F(b) &lt; 0</math></li> <li>2. <math>F(a) \cdot F(b) &gt; 0</math></li> <li>3. <math>F'(a) \cdot F'(b) &lt; 0</math></li> <li>4. <math>F'(a) \cdot F'(b) &gt; 0</math></li> </ol>
4	<p>Установите соответствие расчетных формул методам уточнения корней нелинейных уравнений.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метод половинного деления</li> <li>2. Метод хорд</li> <li>3. Метод касательных</li> <li>4. Метод секущих</li> </ol> <div style="margin-left: 400px;"> <p>a) <math>x_{i+1} = x_i - \frac{f(x_i)}{f(x_i) - f(x_{i-1})} (x_i - x_{i-1})</math></p> <p>b) <math>x_{i+1} = x_i - \frac{f(x_i)}{f'(x_i)}</math></p> <p>c) <math>x_{i+1} = \frac{b_i + a_i}{2}</math></p> <p>d) <math>x_{i+1} = a_i - \frac{f(a_i)}{f(b_i) - f(a_i)} (b_i - a_i)</math></p> </div> <p><b>Правильный ответ: 1-с, 2-d, 3-b, 4-a</b></p>
5	<p>Корень уравнения <math>x^4 + 10 \cdot x^3 - 1 = 0</math> локализован в интервале <math>[a; b] = [-1; 1]</math>. После выполнения двух итераций по методу половинного деления отрезков <math>[a; b]</math> станет равным <math>a = \dots</math>, <math>b = \dots</math>. (Напишите два числа, характеризующие отрезок. Для разделения десятичных знаков используйте точку).</p> <p><b>Ответ: 0 и 0.5</b></p>
6	<p>К прямым методам решения систем линейных алгебраических уравнений относятся:  <i>Выберите один или несколько вариантов ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метод Крамера</li> <li>2. Разложение Холецкого</li> <li>3. Метод Якоби</li> <li>4. Метод Зейделя</li> </ol>
7	<p>Системой линейных алгебраических уравнений называют –</p>

	<p>Выберите один вариант ответа:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. систему из N уравнений, каждое уравнение которой является алгебраическим уравнением первой степени</li> <li>2. систему из N уравнений, в которой хотя бы одно уравнение является алгебраическим уравнением первой степени</li> <li>3. систему из N уравнений, каждое уравнение которой является алгебраическим уравнением второй степени</li> <li>4. систему из N уравнений, каждое уравнение которой является трансцендентным уравнением первой степени</li> </ol>										
8	<p>Для функции заданной таблицей, представленная формула, является:</p> $L_n(x) = \sum_{i=0}^n \left( y_i \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^n \frac{x - x_j}{x_i - x_j} \right)$ <p>Выберите один вариант ответа:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кусочно-линейной интерполяционной функцией</li> <li>2. Интерполяционным полиномом Лагранжа</li> <li>3. Интерполяционным полиномом Ньютона</li> <li>4. Интерполяционным полиномом в каноническом виде</li> </ol>										
9	<p>Математический метод, основанный на минимизации суммы квадратов отклонения значений приближенной функции <math>F(x_i)</math> от заданных значений функции <math>y_i</math>, называют:</p> <p>Выберите один вариант ответа:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методом наименьших квадратов</li> <li>2. Методом квадратичной оптимизации</li> <li>3. Методом конечных разностей</li> </ol>										
10	<p>По найденным значениям функции, приведенным в таблице, для узла <math>x=1</math> вычислите значение центральной разностной производной первого порядка.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td><math>x</math></td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td><math>y</math></td> <td>-6</td> <td>-5</td> <td>2</td> <td>34</td> </tr> </table> <p>Ответ: 4</p>	$x$	0	1	2	4	$y$	-6	-5	2	34
$x$	0	1	2	4							
$y$	-6	-5	2	34							
11	<p>Наиболее распространенной формой МКЭ является</p> <p>Выберите один вариант ответа:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. метод перемещений</li> <li>2. метод сил</li> <li>3. смешанный метод</li> </ol>										
12	<p>Для статически неопределимого стержня, изображенного на рисунке, составлена матрица жесткости.</p>  $K = \frac{2EA}{L} \begin{vmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 2 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & \blacksquare & -2 \\ 0 & 0 & -2 & 2 \end{vmatrix}$ <p>Запишите значение пропущенного коэффициента.</p> <p>Ответ 3</p>										
13	<p>Модель конечного элемента твердого тела приведена на рисунке ....</p>										

	 <p>Абсолютно твердый материал</p> <p>A B C D</p>
14	<p>Минимально возможное число узлов конечного элемента объемного тела равно ... (в ответе запишите число)</p> <p><b>Ответ 4</b></p>
15	<p>Размерность матрицы жесткости 8-узлового объемного элемента составит:</p>  <p>1. <math>8 \times 8</math>  2. <math>16 \times 16</math>  <b>3. <math>24 \times 24</math></b>  4. <math>64 \times 64</math></p>
16	<p>Укажите не правильно представленные плоские конечные элементы.</p>  <p><b>Ответ: 2, 4</b></p>
17	<p>На рисунке показан трехмерный 4-узловой конечный элемент.</p>  <p>Укажите максимально возможное количество граничных условий для элемента ....</p> <p><b>Ответ: 12</b></p>
18	<p>Некоторая малая область тела в совокупности с заданными в ней функциями формы, аппроксимирующими геометрию этой области и искомые величины, называется ...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Граничным элементом</li> <li><b>2. Конечным элементом</b></li> <li>3. Элементом формы</li> <li>4. Областью поиска</li> </ol>
19	<p>Математическая зависимость, аппроксимирующая геометрию конечного элемента и неизвестные величины - ...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Функция цели</li> <li><b>2. Функция формы</b></li> <li>3. Уравнение совместности</li> <li>4. Конечно-элементная функция</li> </ol>

20	<p>Метод конечных элементов относится к численным методам решения –</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений</li> <li>2. Линейных алгебраических уравнений и систем линейных алгебраических уравнений</li> <li>3. Нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений</li> </ol>
----	---

Критерии и шкалы оценки:

Процентная шкала **0-100 %**; отметка в системе

**«неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»**

0-59,99% - неудовлетворительно;

60-74,99% - удовлетворительно;

75- 84,99% -хорошо;

85-100% - отлично.

### 3.1.2 Шифр и наименование компетенции

**ОПК-14 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.**

№ задания	Тестовое задание								
21	<p>Установите обобщенную последовательность нахождения корня нелинейного уравнения <math>F(x)=0</math>:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение на оси <b>OX</b> интервала <b>[a; b]</b>, которому принадлежит точка с координатами <b>(x; 0)</b></li> <li>2. Построение графика <math>y = F(x)</math></li> <li>3. Определение погрешности <i>i</i>-ого шага итерационного процесса <math>\Delta x_i =  x_i - x_{i-1} </math></li> <li>4. Если <math>\Delta x_i \geq \varepsilon</math> итерационный процесс повторяется, в противном случае <math>x_i</math> принимается за приближенное значение корня уравнения.</li> <li>5. Определение на <i>i</i>-ом шаге итерации приближенного значения корня уравнения <math>x_i</math> с использованием численного метода уточнения корня</li> </ol> <p><b>Ответ: 21534</b></p>								
22	<p>Применив метод Якоби определить значение <math>x_3</math> после четвертой итерации, приняв за начальное приближение: <math>x_1^{(0)}=0, x_2^{(0)}=0, x_3^{(0)}=0</math>.</p> $\begin{cases} 10x_1 + 6x_2 = 4 \\ -x_1 - 8x_2 + 3x_3 = 3 \\ x_1 + 2x_2 + 5x_3 = -2 \end{cases}$ <p>Ответ округлите до тысячных, в качестве разделительного знака используйте точку.</p> <p><b>Ответ -0.318</b></p>								
23	<p>Для функции заданной таблицей найти значение <b>y(3)</b> используя интерполяционный полином Лагранжа второй степени.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">x</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">y</td> <td style="text-align: center;">-5</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">34</td> </tr> </table> <p>Запишите целое число.</p> <p><b>Ответ 15</b></p>	x	1	2	4	y	-5	2	34
x	1	2	4						
y	-5	2	34						
24	<p>Для функции <math>f(x)=(x+1)^2</math> на интервале <math>[0; 2]</math> вычислить определенный интеграл по формуле центральных прямоугольников, приняв шаг сетки равный 1. Запишите число. Для разделения десятичных знаков используйте точку.</p> <p><b>Ответ: 8.5</b></p>								
25	<p>Решить задачу Коши методом Эйлера:</p>								

	$\begin{cases} \frac{dy}{dx} = y+x \\ y(0) = 1 \end{cases}$ <p>В ответ записать приближенное значение <math>y(4)</math>, приняв шаг <math>h=1</math>. Для разделения десятичных знаков используйте точку.</p> <p><b>Ответ. 42</b></p>
26	<p>Отечественное программное обеспечение, ориентированное на решение математических и инженерно-технических задач.</p> <p><i>Выберите один вариант ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>SMath Studio</b></li> <li>2. MathCAD</li> <li>3. Mathematica</li> <li>4. MATLAB</li> </ol>
27	<p>Алгоритм решения инженерных задач методом конечных элементов (установите правильную последовательность):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Формирование системы уравнений</li> <li>2. Дискретизация</li> <li>3. Получение и анализ результатов</li> <li>4. Аппроксимация</li> <li>5. Задание граничных условий и свойств объекта исследования</li> </ol> <p><b>Ответ: 2, 4, 5, 1, 3.</b></p>
28	<p>При программировании задач в системе SMath Studio для организации вычислительного цикла используют команды (выберите один или несколько вариантов ответа):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>for</b></li> <li>2. augment</li> <li>3. invert</li> <li>4. <b>while</b></li> </ol>
29	<p>Метод конечных элементов лежит в основе современных –</p> <p><i>Выберите один вариант ответа:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. CAD-системы</li> <li>2. <b>CAE-системы</b></li> <li>3. CAM-системы</li> <li>4. CAPP-системы</li> </ol>
30	<p>Выберите одно или несколько отечественных программных обеспечений, позволяющие проводить конечно-элементный анализ при решении инженерных задач.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ANSYS</li> <li>2. <b>T-FLEX</b></li> <li>3. <b>APM WinMachine</b></li> <li>4. <b>FlowVision</b></li> </ol>

### 3.2 Вопросы (задачи, задания) для экзамена, зачета

#### 3.2.1 Шифр и наименование компетенции

**ОПК-11 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии.**

Номер вопроса (задачи, задания)	Текст вопроса (задачи, задания)
31.	Источники и классификация погрешностей. Приближенные числа.
32.	Понятие систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Матричная запись СЛАУ.
33.	Прямые методы решения СЛАУ. Метод Гаусса - Жордана.
34.	Прямые методы решения СЛАУ. Матричный метод.
35.	Понятие о приближении функции. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
36.	Понятие о приближении функции. Сплайны.
37.	Аппроксимация функции методом наименьших квадратов.
38.	Конечные разности первого и второго порядка.

39.	Численные методы вычисления определенных интегралов.
40.	Основные принципы моделирования методом конечных элементов.
41.	Основные соотношения метода конечных элементов при линейном напряженно-деформированном состоянии стержня.
42.	Основы формирования расчетных зависимостей стержневых систем.
43.	Основные соотношения метода конечных элементов при изгибе стержней.
44.	Плоский треугольный элемент. Аппроксимация поля перемещений точек внутри КЭ.
45.	Матрица жёсткости плоского треугольного КЭ.

### **3.2.2 Шифр и наименование компетенции**

**ОПК-14 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.**

Номер вопроса (задачи, задания)	Текст вопроса (задачи, задания)
46.	Функциональность, принципы работы в SMath Studio.
47.	Основы программирования в SMath Studio.
48.	Итерационные методы решения СЛАУ. Алгоритм реализации метода простой итерации.
49.	Итерационные методы решения СЛАУ. Алгоритм реализации метода Якоби.
50.	Итерационные методы решения СЛАУ. Алгоритм реализации метода Зейделя.
51.	Численные методы уточнения корней нелинейных уравнений. Алгоритм реализации метода бисекции.
52.	Численные методы уточнения корней нелинейных уравнений. Алгоритм реализации метода Ньютона.
53.	Алгоритм решения задачи Коши методом Рунге-Кутты.
54.	Решение дифференциальных уравнений встроенными функциями SMath Studio
55.	Алгоритм реализации МКЭ при расчете стержневой системы.

## **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

Для оценки знаний, умений, навыков обучающихся по дисциплине применяется рейтинговая система. Итоговая оценка по дисциплине определяется на основании определения среднеарифметического значения баллов по каждому заданию.

Зачет или оценка по экзамену по дисциплине выставляется в зачетную ведомость по результатам работы в семестре после выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины и получении по результатам тестирования по всем разделам дисциплины не менее 60 %.

## 5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценки	Шкала оценки	
				Академическая оценка	Уровень освоения компетенции
<b>ОПК-11 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии.</b>					
<b>Знать</b> - математические основы современных численных методов; современные компьютерные технологии для решения профессиональных задач с применением численных методов	Собеседование (зачет)	Знание базовых методов математического и компьютерного моделирования при решении типовых задач прикладной механики.	Обучающийся полно и последовательно раскрыл тему вопросов.	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			Обучающийся неполно и/или непоследовательно раскрыл тему вопросов.	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Уметь</b> - выбирать подходящие численные методы и применять соответствующие физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии для решения типовых задач профессиональной деятельности.	Практическая работа	Содержание решения	Задача решена верно, допущены незначительные вычислительные ошибки.	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			Задача решена не верно и/или допущены грубые вычислительные ошибки.	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Владеть</b> - навыками решения профессиональных задач с привлечением соответствующего физико-математического аппарата и современных компьютерных технологий.	Лабораторная работа	Содержание лабораторной работы.	Математическая модель построена верно, получены верные результаты ее решения.	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			Решение поставленной задачи не получено.	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>ОПК-14 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.</b>					
<b>Знать</b> - численные методы и алгоритмы их реализации - существующие алгоритмы и компьютерные программы, предназначенные для решения математических моделей, описывающих физико-механические процессы и явления в машинах, конструкциях, композитных структурах, установках, оборудовании и других объектах современной техники	Собеседование (зачет)	Знание базовых вычислительных методов, применяемых при выполнении научно-исследовательских работ в области прикладной механики.	Обучающийся полно и последовательно раскрыл тему вопросов.	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			Обучающийся неполно и/или непоследовательно раскрыл тему вопросов.	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Уметь</b> - разрабатывать алгоритмы численного решения типовых математических моделей, описывающих физико-механические процессы и явления в машинах, конструкциях, композитных структурах, установках, оборудовании и других объектах	Практическая работа	Содержание решения	Задача решена верно, допущены незначительные вычислительные ошибки.	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			Задача решена не верно и/или допущены грубые вычислительные ошибки.	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)

<p>современной техники; разрабатывает на основе алгоритмов численного решения типовых математических моделей компьютерные программы, пригодные для практического применения</p> <p>- применять существующие алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для</p>					
<p><b>Владеть</b></p> <p>- навыками разработки алгоритмов и компьютерных программ, для практического применения и предназначенные для решения математических моделей, описывающих физико-механические процессы и явления в машинах, конструкциях, композитных структурах, установках, оборудовании и других объектах современной техники</p> <p>- навыками адаптации существующих алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения и предназначенных для решения математических моделей, описывающих физико-механические процессы и явления в машинах, конструкциях, композитных структурах, установках, оборудовании и других объектах современной техники.</p>	<p>Лабораторная работа</p>	<p>Содержание лабораторной работы</p>	<p>Математическая модель построена верно, получены верные результаты ее решения.</p> <hr/> <p>Решение поставленной задачи не получено.</p>	<p>Зачтено</p> <hr/> <p>Не зачтено</p>	<p>Освоена (базовый, повышенный)</p> <hr/> <p>Не освоена (недостаточный)</p>