

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

УТВЕРЖДАЮ

И. о. проректора по учебной работе

_____ Василенко В.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

«30» мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Решение инженерных задач агроинженерии численными методами

Направление подготовки

35.03.06 Агроинженерия

Направленность (профиль)

Интеллектуальные системы в агропромышленном комплексе

Квалификация выпускника

бакалавр

Воронеж

1. Цели и задачи дисциплины

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

13 Сельское хозяйство (в сфере использования, технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники, машин и оборудования, средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве, хранении и переработке продукции растениеводства и животноводства)

22 Пищевая промышленность, включая производство напитков и табака (в сфере разработки, внедрения, отладки и обеспечения надежного и эффективного функционирования автоматизированных и роботизированных систем предприятий агропромышленного комплекса)

Дисциплина направлена на решение типов задач профессиональной деятельности *производственно-технологического, проектного.*

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки/специальности 35.03.06 Агроинженерия.

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-1	Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий;	ИД1 _{опк-1} – Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения типовых задач профессиональной деятельности
2	ОПК-5	Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности;	ИД2 _{опк-5} – Применяет методы планирования и обработки результатов экспериментальных исследований (в том числе с использованием численных методов)
3	ОПК-7	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.	ИД2 _{опк-7} – Применяет современные информационные технологии, базы данных и специализированное программное обеспечение для решения профессиональных задач

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 _{ОПК-1} – Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения типовых задач профессиональной деятельности	Знает: математические основы современных численных методов
	Умеет: для решения типовых задач профессиональной деятельности выбирать подходящие численные методы, оценивать результаты решения инженерных задач с применением численных методов
	Владеет: навыками решения типовых задач профессиональной деятельности с применением численных методов.
ИД2 _{ОПК-5} – Применяет методы планирования и обработки результатов экспериментальных исследований (в том числе с использованием численных методов)	Знает: математические основы планирования экспериментальных исследований и методов обработки их результатов
	Умеет: составлять планы полнофакторных экспериментальных исследований
	Владеет: навыками обработки результатов экспериментальных исследований с использованием численных методов
ИД2 _{ОПК-7} – Применяет современные информационные технологии, базы данных и специализированное программное обеспечение для решения профессиональных задач	Знает: современные информационные технологии, базы данных и специализированное программное обеспечение для решения профессиональных задач с применением численных методов
	Умеет: использовать современные информационные технологии, базы данных и специализированное программное обеспечение
	Владеет: навыками применения численных методов для решения профессиональных задач с использованием современных информационных технологий, баз данных и специализированного программного обеспечения

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: *Информатика, Математика, Физика, Теоретическая механика, Сопротивление материалов, Механика жидкости и газов, Введение в агроинженерию.*

Дисциплина является предшествующей для изучения *Системы управления сельскохозяйственной техникой, Интеллектуальные технологии машинного обучения, Методы и средства испытания технологического оборудования и машин в агропромышленном комплексе, Системы компьютерного моделирования и инженерного анализа, Производственная практика, технологическая (проектно-технологическая) практика, Производственная практика, преддипломная практика.*

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 8 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч	
		6	7
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	288	180	108
Контактная работа в т. ч. аудиторные занятия:	137,45	91,6	45,85
Лекции	45	30	15
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Практические занятия	45	30	15
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Лабораторные занятия	45	30	15
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Консультации текущие	2,25	1,5	0,75
Вид аттестации (зачет)	0,2	0,1	0,1
Самостоятельная работа:	150,55	88,4	62,15
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	70,55	36,4	34,15
Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	24	16	8
Подготовка к защите лабораторных и практических работ (собеседование, тестирование)	44	30	14
Подготовка к зачету	12	6	6

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
6 семестр			
1	Основы вычислительной математики	<p>Классификация численных методов. Источники и классификация погрешностей. Приближенные числа. Устойчивость и сходимости численного решения. Конечные разности.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Метод неопределенных коэффициентов. Интерполяционный метод. Метод Рунге-Ромберга. Улучшение аппроксимации. Частные производные. Погрешность численного дифференцирования.</p>	178,4

		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	Консультации текущие		1,5
3	Зачет		0,1
7 семестр			
4	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.	107,15
5	Консультации текущие		0,75
6	Зачет		0,1

5.2 Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ПЗ, час	ЛР, час	СРС, час
1.	Основы вычислительной математики	30	30	30	88,4
2	Консультации текущие	1,5			
3	Зачет	0,1			
4	Основные положения метода конечных элементов (МКЭ) при решении инженерных задач.	15	15	15	62,15
5	Консультации текущие	0,75			
6	Зачет	0,1			

5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
6 семестр			
1.	Основы вычислительной математики	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.	2
		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.	4

		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.	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
		Метод неопределенных коэффициентов. Интерполяционный метод. Метод Рунге-Ромберга. Улучшение аппроксимации. Частные производные. Погрешность численного дифференцирования.	2
		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. Ошибка приближенного решения.	6
7 семестр			
2.	Основные положения метода конечных элементов (МКЭ) при решении инженерных задач.	Основные положения метода конечных элементов. Основные принципы моделирования методом конечных элементов.	2
		Обзор современного программного обеспечения, применяемых для решения инженерных задач методом конечных элементов (APMFEM для Компас 3D, APMWin-Machine, T-Flex, FlowVision, Ansys, SolidWorks, ПК Лира).	2
		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.	2
		Основные соотношения метода конечных элементов при кручении и изгибе стержней.	2
		Основные соотношения метода конечных элементов при сложном нагружении стержней.	3

5.2.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических работ	Трудоемкость, час
6 семестр			
1.	Основы вычислительной математики	Оценка погрешности вычислений	4
		-	-
		Решение СЛАУ методом Гаусса - Жордана	2
		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
		Квадратурные формулы Гаусса.	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
7 семестр			
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.	Основы вычислительной математики	Интерфейс и основы работы в SMath Studio.	4
		Использование встроенных функций решения СЛАУ и программирование итерационных методов	4
		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
		Построение кубического сплайна	2
		Аппроксимация экспериментальных данных методом наименьших квадратов.	2
		Дифференцирование функции при помощи встроенных функций SMath Studio	2
		Сравнение методов интегрирования с результатами вычисления встроенными функциями	2
		Вычисление геометрических характеристик плоского сечения сложной формы	2
		Сравнение численных методов решения ОДУ	2
		Решение ОДУ второго порядка	2
		Вычисление прогиба и углов поворота при поперечном изгибе балки.	2
7 семестр			
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.	Основы вычислительной математики.	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям по материалам лекций и учебников. Собеседование при сдаче отчетов по практическим и лабораторным работам	88,4
2.	Основные положения метода конечных элементов (МКЭ) при решении инженерных задач.	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям по материалам лекций и учебников. Собеседование при сдаче отчетов по практическим и лабораторным работам	62,15

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

6.1 Основная литература

1. Слабнов, В. Д. Численные методы : учебник для вузов / В. Д. Слабнов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 392 с. — ISBN 978-5-507-44169-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/215762>

2. Волков, Е. А. Численные методы : учебное пособие для вузов / Е. А. Волков. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 252 с. — ISBN 978-5-8114-7899-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167179>

3. Горлач, Б. А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация : учебное пособие для вузов / Б. А. Горлач, В. Г. Шахов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 292 с. — ISBN 978-5-8114-9551-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/200447>

4. 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. — ISBN 978-5-907324-05-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172238>

5. Киреев, В. И. Численные методы в примерах и задачах : учебное пособие / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1888-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212063>

6. Макаров, Е. Г. Метод конечных элементов в прочностных расчётах : учебное пособие / Е. Г. Макаров. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 136 с. — ISBN 978-5-906920-49-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121830>

6.2 Дополнительная литература

1. Фомина, А. В. Численные методы : учебное пособие / А. В. Фомина. — Новокузнецк : НФИ КемГУ, 2018. — 107 с. — ISBN 978-5-8353-2001-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169558>

2. Язев, В. А. Численные методы в Mathcad : учебное пособие для вузов / В. А. Язев, И. Лукьяненко, С.. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 116 с. — ISBN 978-5-8114-8757-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/200381>

3. Персова, М. Г. Методы конечноэлементного анализа : учебное пособие / М. Г. Персова, Ю. Г. Соловейчик. — 2-е изд. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 204 с. — ISBN 978-5-7782-3374-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118457>

4. Амосов, А. А. Вычислительные методы : учебное пособие / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 672 с. — ISBN 978-5-8114-1623-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211463>

6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс]: методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж: ВГУИТ, 2016. - Режим доступа <http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>. - Загл. с экрана.

2. 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	http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp?
Образовательная платформа «Юрайт»	https://urait.ru/
ЭБС «Лань»	https://e.lanbook.com/
АИБС «МегаПро»	https://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	http://minobrnauki.gov.ru
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	http://education.vsu.ru

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 3KL».

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Adobe Reader XI	(бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html
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. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
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. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #61181017 от 20.11.2012 г. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
Microsoft Office 2007 Standart	Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
Libre Office 6.1	Лицензия № AAA.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) http://zoomexe.net/ofis/project/2767-kompas-3d.html
T-FLEX CAD 3D Университетская	Договор № 74-В-ТСН-3-2018 с ЗАО «ТОП СИСТЕМЫ» от 07.05.2018 г. Лицензионное соглашение № A00007197 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», Региональный информационный центр общероссийской сети распространения правовой информации Консультант Плюс № 8-99/RD от 12.02.1999 г.

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения учебных занятий № 125	Комплект мебели для учебного процесса. Аудио-визуальная система лекционных аудиторий (мультимедийный проектор EPSON EB-430, экран)
Учебная аудитория для проведения учебных занятий № 127А	Комплект мебели для учебного процесса. Рабочие станции 12 шт (IntelCorei3-540)

Помещения для самостоятельной работы обучающихся:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся № 227А	Комплект мебели для учебного процесса: Компьютеры: Core i3-5403.06, C2DE4600, ноутбук ASUS, Принтер HP Laser Jet 1018, плоттер
Читальные залы ресурсного центра	Компьютеры со свободным доступом в сеть Интернет и Электронными библиотечными и информационно справочными системами.

8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины (модуля) включают:

- 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».

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-1	Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий;	ИД1 _{опк-1} – Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения типовых задач профессиональной деятельности
2	ОПК-5	Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности;	ИД2 _{опк-5} – Применяет методы планирования и обработки результатов экспериментальных исследований (в том числе с использованием численных методов)
3	ОПК-7	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.	ИД2 _{опк-7} – Применяет современные информационные технологии, базы данных и специализированное программное обеспечение для решения профессиональных задач

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 _{опк-1} – Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения типовых задач профессиональной деятельности	Знает: математические основы современных численных методов
	Умеет: для решения типовых задач профессиональной деятельности выбирать подходящие численные методы, оценивать результаты решения инженерных задач с применением численных методов
	Владеет: навыками решения типовых задач профессиональной деятельности с применением численных методов.
ИД2 _{опк-5} – Применяет методы планирования и обработки результатов экспериментальных исследований (в том числе с использованием численных методов)	Знает: математические основы планирования экспериментальных исследований и методов обработки их результатов
	Умеет: составлять планы полнофакторных экспериментальных исследований
	Владеет: навыками обработки результатов экспериментальных исследований с использованием численных методов
ИД2 _{опк-7} – Применяет современные информационные технологии, базы данных и специализированное программное обеспечение для решения профессиональных задач	Знает: современные информационные технологии, базы данных и специализированное программное обеспечение для решения профессиональных задач с применением численных методов
	Умеет: использовать современные информационные технологии, базы данных и специализированное программное обеспечение
	Владеет: навыками применения численных методов для решения профессиональных задач с использованием современных информационных технологий, баз данных и специализированного программного обеспечения

2 Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные материалы		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Основы вычислительной математики	ОПК-1 ОПК-5	<i>Практические работы</i>	1-14	Собеседование при защите практических работ. Отметка в системе «зачтено»

		ОПК-7			незачтено»
			Лабораторные работы	19-31	Собеседование при защите лабораторных работ Отметка в системе «зачтено-незачтено»
2	Основные положения метода конечных элементов (МКЭ) при решении инженерных задач.	ОПК-1	Практические работы	15-18	Собеседование при защите практических работ Отметка в системе «зачтено-незачтено»
		ОПК-5 ОПК-7	Лабораторные работы	32-36	Собеседование при защите лабораторных работ Отметка в системе «зачтено-незачтено»

3 **Оценочные материалы для промежуточной аттестации (зачет)** (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)

3.1 Практические работы

3.1.1 ОПК-1 - Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий.

3.1.2 ОПК-5 – Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности.

№ задания	Задание на практическую работу
1	<p>1.1. Даны числа x, y и их приближенные значения \tilde{x}, \tilde{y}. Требуется определить, какое из приближенных значений точнее.</p> <p>1.2. Даны приближенное число x и его абсолютная погрешность Δx. Требуется округлить сомнительные цифры приближенного числа, оставив верные в узком смысле знаки.</p> <p>1.3. Даны приближенное число x и его относительная погрешность δx. Требуется округлить сомнительные цифры приближенного числа, оставив верные в широком смысле знаки.</p> <p>1.4. Вычислить алгебраическое выражение и определить погрешность результата, если числа a, b, c определены с относительной погрешностью 0,75%, а числа d, e – с погрешностью 1,25%. Результат округлить, оставив верные в узком смысле знаки.</p> <p>1.5. Вычислить значение функции $f(x)$ в точке \tilde{x} и определить погрешность результата, если относительная погрешность числа \tilde{x} составляет 1,5%. Результат округлить, оставив верные в широком смысле знаки.</p>
2	<p>При исследовании равновесия системы тел была получена система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) вида:</p> $\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + a_{14}x_4 = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + a_{24}x_4 = b_2 \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + a_{34}x_4 = b_3 \\ a_{41}x_1 + a_{42}x_2 + a_{43}x_3 + a_{44}x_4 = b_4 \end{cases}$ <p>Требуется определить неизвестные реакции связей методом Гаусса-Жордана.</p>
3	<p>При исследовании равновесия системы тел была получена система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) вида:</p>

	$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + a_{14}x_4 = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + a_{24}x_4 = b_2 \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + a_{34}x_4 = b_3 \\ a_{41}x_1 + a_{42}x_2 + a_{43}x_3 + a_{44}x_4 = b_4 \end{cases}$ <p>Требуется определить неизвестные реакции связей итерационными методами</p>
4	<p>4.1 Уравнение упругой линии балки задано функцией вида $f(x) = a \cdot x^3 + b \cdot x^2 + c \cdot x + d$. Необходимо определить координаты установки шарнирных опор.</p> <p>Для определения координат установки шарниров необходимо найти корни уравнение вида $f(x) = 0$.</p> <p>4.2 Скорость движения материальной точки по криволинейной траектории задано выражением $v = f(t)$. Требуется определить момент времени t, при котором модуль нормального к траектории ускорения $a_n = \frac{v^2}{\rho}$ будет равен нулю (здесь ρ - радиус кривизны траектории).</p>
5	<p>Профиль тела ограничен двумя криволинейными поверхностями, описываемыми нелинейными уравнениями. Требуется определить координаты пересечения поверхностей.</p>
6	<p>Функцию $f(t)$, заданную в таблице 1, представить в табличном виде на интервале $t \in [0, 2]$ с шагом $h = 0,5$.</p> <p>Сравнить результаты вычислений с точным решением. Результат вычислений записывать, оставляя три значащие и одну сомнительную цифры.</p>
7	<p>7.1 В ходе проведенного исследования получена зависимость величины «у» от величины «х». Применив метод наименьших квадратов, требуется найти аппроксимирующие функции вида:</p> <ul style="list-style-type: none"> - $f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2$; - $f(x) = a_0 + a_1 \ln x$; - $f(x) = a_0 e^{a_1x}$. <p>Сравнить результаты, вычислив коэффициент детерминации. Результат вычислений записывать, оставляя три значащие и одну сомнительную цифры.</p> <p>7.2 В ходе проведенного исследования получена зависимость величины «у» от величины «х». построить аппроксимирующую функцию, представляющую собой линейную комбинацию функций, вида $F(x) = a_1f_1(x) + a_2f_2(x) + a_3f_3(x)$.</p>
8	<p>В ходе проведенного исследования в соответствии с полнофакторным планом эксперимента получена зависимость величины «у» от величин «x_1, x_2, x_3». построить аппроксимирующую функцию.</p>
9	<p>Для заданной функции $f(x)$ требуется в точке $x = 1,5$ вычислить:</p> <ul style="list-style-type: none"> - левую разностную, правую разностную и центральную разностную производные первого порядка, центральную разностную производную второго порядка по трем узловым точкам равномерной сетки, приняв шаг сетки $h = 0,5$ и $h_1 = 0,5h = 0,25$; - центральные разностные производные первого и второго порядков по пяти узловым точка равномерной сетки, приняв шаг сетки $h = 0,5$; - разностные производные первого и второго порядков по трем узлам неравномерной сетки используя полином Лагранжа второй степени. Параметры неравномерной сетки: <p>1 вариант сетки - $h_1 = 2h = 1$, $h_2 = h = 0,5$;</p> <p>2 вариант сетки - $h_1 = h = 0,5$, $h_2 = 2h = 1$.</p> <p>Результаты расчетов сравнить со значениями производных первого и второго порядков, полученными</p>

	аналитически. Результат вычислений записывать, оставляя три значащих и одну сомнительную цифру.
10	<p>Элементарная работа силы $F(t)$ на перемещении материальной точки $dx(t)$ определяется выражением $dA = F(t) \cdot dx(t) = f(t)dt$.</p> <p>Требуется определить работу силы $A = \int_a^b f(t) dt$ за время движения материальной точки $t \in [0; 1]$ с.</p> <p>Вычислить определенный интеграл $\int_0^1 f(t) dt$ с шагом $h = 0,25$, используя:</p> <ul style="list-style-type: none"> – формулу левых прямоугольников; – формулу правых прямоугольников; – формулу центральных прямоугольников; – формулу трапеций; – формулу Симпсона. <p>Сравнить результаты вычислений, приняв за точное решение результат, вычисленный по формуле Симпсона с шагом $h = 0,1$. Результат вычислений записывать, оставляя три значащие и одну сомнительную цифры.</p>
11	По условию предыдущей задачи, определите работу силы, используя квадратурные формулы Гаусса.
12	<p>Под действием внешних сил тело приобрело ускорение, изменяющееся по уравнению:</p> $v' = \frac{dv}{dt} = f(t, v).$ <p>В момент времени $t = t_0$ скорость движения тела $v = v_0$.</p> <p>Требуется решить дифференциальное уравнение (задачу Коши) на интервале $t \in [0; 1]$, определив скорость движения тела v с шагом $h = \Delta t = 0,2$ с, используя:</p> <ul style="list-style-type: none"> – метод Эйлера; – модифицированным или усовершенствованным методом Эйлера; – методом Рунге-Кутты 4 порядка. <p>Сравнить результаты вычислений. Результат вычислений записывать, оставляя три значащие и одну сомнительную цифры.</p>
13	<p>Под действием внешних сил тело приобрело ускорение, изменяющееся по уравнению:</p> $\frac{d^2x}{dt^2} = f\left(t, x, \frac{dx}{dt}\right).$ <p>В момент времени $t = t_0$ скорость движения тела $\frac{dx}{dt} = v_0$, положение тела $x = x_0$.</p> <p>Используя метод Рунге-Кутты 4 порядка решите дифференциальное уравнение (задачу Коши) на интервале $t \in [0; 1]$, определив скорость движения v и перемещение x тела с шагом $h = \Delta t = 0,2$ с,.</p> <p>Результат вычислений записывать, оставляя три значащие и одну сомнительную цифры.</p>
14	Двухопорная балка нагружена поперечными силами и изгибающими моментами. Требуется найти прогиб балки.
15	<p>Жестко закрепленный с двух сторон стальной стержень переменного сечения нагружен продольной равно распределенной нагрузкой q и продольной силой P.</p> <p>Требуется провести анализ напряженно-деформированного состояния стержня с использованием</p>

	МКЭ в форме метода перемещений.
16	Для заданной плоской стержневой системы требуется провести анализ напряженно-деформированного состояния ее элементов с использованием МКЭ в форме метода перемещений.
17	Для заданной балки требуется с использованием МКЭ провести анализ напряженно-деформированного состояния, по результатам которого построить график упругой линии балки и эпюру нормальных напряжений.
18	Стальной ступенчатый вал испытывает действие крутящего момента и поперечных сил. Требуется провести анализ напряженно-деформированного состояния вала с использованием МКЭ в форме метода перемещений.

3.2 Лабораторные работы

3.2.1 ОПК-1 - Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий.

3.2.2 ОПК-5 – Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности.

3.2.3 ОПК-7 – Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

№ задания	Тематики лабораторных работ
19.	Интерфейс и основы работы в SMath Studio.
20.	Использование встроенных функций решения СЛАУ и программирование итерационных методов
21.	Уточнение корней нелинейных уравнений встроенными функциями и программирование численных методов уточнения корней.
22.	Численное решение системы нелинейных уравнений.
23.	Интерполяция встроенными функциями и полиномом Лагранжа.
24.	Построение кубического слайна
25.	Аппроксимация экспериментальных данных методом наименьших квадратов.
26.	Дифференцирование функции при помощи встроенных функций SMath Studio
27.	Сравнение методов интегрирования с результатами вычисления встроенными функциями
28.	Вычисление геометрических характеристик плоского сечения сложной формы
29.	Сравнение численных методов решения ОДУ
30.	Решение ОДУ второго порядка
31.	Вычисление прогиба и углов поворота при поперечном изгибе балки.
32.	Интерфейс и основы работы с APM FEM для Компас 3D
33.	Расчет МКЭ ступенчатого статически-неопределимого стержня на растяжение в SMath Studio.

34.	Расчет плоской стержневой системы в SMath Studio.
35.	Расчет пространственной стержневой системы в SMath Studio.
36.	Расчет в SMath Studio статически определимой балки МКЭ на изгиб.

3.3. Собеседование при защите практических и лабораторных работ

3.3.1 ОПК-1 - Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий.

3.3.2 ОПК-5 – Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности.

3.3.3 ОПК-7 – Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

№ задания	Вопросы к защите практических и лабораторных работ
37	Дайте определение приближенного числа.
38	Перечислите источники возникновения погрешности.
39	Дайте определение абсолютной и относительной погрешностей приближенного числа.
40	Дайте определение значащим цифрами, верными в широком и узком смысле.
41	Форма записи данных
42	Погрешность функции
43	Определение СЛАУ. Матричное представление СЛАУ.
44	Постановка задачи решения СЛАУ
45	Алгебраические операции с матрицами
46	Перечислите прямые методы решения СЛАУ
47	Алгоритм реализации метода Гаусса-Жордана
48	Применение метода Гаусса-Жордана при вычислении обратной матрицы
49	Метод Крамера
50	Итерационные методы решения СЛАУ. Метод Якоби.
51	Итерационные методы решения СЛАУ. Метод Зейделя.
52	Итерационные методы решения СЛАУ. Метод верхней релаксации.
53	Этапы процесса нахождения корня нелинейного уравнения.
54	Приведите условие существования корней уравнения.
55	Перечислите методы уточнения корней.

56	Опишите алгоритм метода деления отрезка пополам. Приведите графическую интерпретацию.
57	Опишите алгоритм метода касательных (Ньютона). Приведите графическую интерпретацию.
58	Опишите алгоритм метода хорд. Приведите графическую интерпретацию.
59	Опишите метод простой итерации.
60	Опишите алгоритм метода Ньютона для решения системы нелинейных уравнений
61	Сформулируйте постановку задачи интерполирования функций, назовите области ее применения.
62	Приведите схему построения интерполяционного многочлена в форме Лагранжа.
63	Приведите схему построения интерполяционного многочлена Ньютона.
64	В чем сходство и различие постановки задачи метода наименьших квадратов и задачи интерполяции?
65	Сформулируйте постановку задачи метода наименьших квадратов.
66	Приведите алгоритм построения аппроксимирующей функции по методу наименьших квадратов.
67	Опишите метод односторонней разности с левой и правой разностной производной. Приведите графическую интерпретацию методов.
68	Опишите метод двухсторонней разности.
69	Вычисление производных второго порядка.
70	Приведите выражения для вычисления производных первого и второго порядка на основе интерполяционного многочлена Лагранжа.
71	Центральные разностные производные.
72	Разностные производные для функции двух переменных.
73	Разностные производные не четного порядка
74	Разностные производные четного порядка
75	Приведите шаблон интегрирования методом прямоугольников.
76	Приведите шаблон интегрирования методом трапеций.
77	Приведите шаблон интегрирования методом Симпсона.
78	Понятие квадратурной формулы
79	Понятие весовых коэффициентов и узлов.
80	Квадратурная формула Гаусса.
81	Дайте определение обыкновенного дифференциального уравнения.
82	Сформулируйте задачу Коши для одного дифференциального уравнения.
83	Общая схема численных методов решения дифференциальных уравнений первого порядка.
84	Опишите метод Эйлера и его модификацию.
85	Опишите метод Рунге-Кутты.
86	Сформулируйте задачу Коши для системы дифференциальных уравнений.

87	Приведите схему решения ОДУ методом Рунге-Кутта второго порядка.
88	Приведите схему решения ОДУ методом Рунге-Кутта четвертого порядка.
89	Сформулируйте краевую задачу для обыкновенного дифференциального уравнения.
90	Дайте определение краевым условиям 1-го рода, 2-го рода и 3-го рода.
91	Какие краевые условия называются однородными?
92	Охарактеризуйте метод конечных разностей.
93	Интерфейс и основы работы в SMath Studio.
94	Возможности SMath Studio.
95	Программирование в SMath Studio.
96	Построение графиков в SMath Studio.
97	Вычислительный эксперимент, построение физических и математических моделей.
98	Понятие конечного элемента.
99	Основные этапы МКЭ.
100	Понятие локальной и глобальной системы координат.
101	Соотношения между силами и перемещениями.
102	Работа и энергия.
103	Свойство взаимности.
104	Преобразование соотношений жесткости и податливости.
105	Преобразование степеней свободы.
106	Растяжение - сжатие. Типичный конечный элемент. Функция перемещений.
107	Растяжение - сжатие. Напряжения и деформации. Матрица жесткости.
108	Растяжение - сжатие. Вектор узловых нагрузок. Переход к глобальной системе координат.
109	Кручение. Типичный конечный элемент. Функция перемещений.
110	Кручение. Напряжения и деформации. Матрица жесткости.
111	Кручение. Вектор узловых нагрузок. Переход к глобальной системе координат.
112	Поперечный изгиб. Типичный конечный элемент. Функция перемещений.
113	Поперечный изгиб. Напряжения и деформации. Матрица жесткости.
114	Поперечный изгиб. Вектор узловых нагрузок. Переход к глобальной системе координат.
115	Порядок реализации МКЭ в APM FEM
116	Представление результатов расчета в APM FEM
117	Библиотеки Компас 3D для инженерных расчетов

3.4 Зачет

Вопросы для зачета

3.4.1 ОПК-1 - Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий.

3.4.2 ОПК-5 – Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности.

3.4.3 ОПК-7 – Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

Номер вопроса	Текст вопроса
118	Классификация численных методов.
119	Источники и классификация погрешностей.
120	Приближенные числа.
121	Устойчивость и сходимость численного решения.
122	Абсолютная и относительная погрешности.
123	Понятие систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Матричная запись СЛАУ.
124	Матрицы и их свойства.
125	Прямые методы решения СЛАУ: метод Гаусса-Жордана, матричный метод.
126	Итерационные методы: метод Якоби, метод Зейделя.
127	Понятие нелинейных уравнений. Графический способ определения приближенных корней.
128	Численные методы уточнения корней: метод бисекции.
129	Численные методы уточнения корней: метод хорд.
130	Численные методы уточнения корней: метод Ньютона.
131	Численные методы уточнения корней: метод простой итерации.
132	Решение систем нелинейных уравнений: метод Ньютона, метод простой итерации.
133	Понятие о приближении функции. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
134	Понятие о приближении функции. Интерполяционный многочлен Ньютона.
135	Аппроксимация функции методом наименьших квадратов. Функции двух переменных.
136	Задачи оптимизации. Примеры постановки задачи оптимизации в механике. Одномерная

	оптимизация.
137	Методы поиска: метод золотого сечения, метод Ньютона.
138	Многомерные задачи оптимизации: минимум функции нескольких переменных, метод покоординатного спуска, метод градиентного спуска.
139	Численное дифференцирование. Метод неопределенных коэффициентов.
140	Численное дифференцирование. Интерполяционный метод.
141	Численное дифференцирование. Метод Рунге-Ромберга.
142	Численное дифференцирование. Частные производные. Погрешность численного дифференцирования.
143	Численное интегрирование. Метод прямоугольников. Метод трапеций.
144	Численное интегрирование. Метод Симпсона.
145	Численное интегрирование. Метод Монте-Карло.
146	Численное интегрирование. Квадратурные формулы Гаусса.
147	Конечно-разностные схемы для обыкновенных дифференциальных уравнений.
148	Постановка численного решения задачи Коши.
149	Численное решение ОДУ. Метод Эйлера и его модификация.
150	Численное решение ОДУ. Метод Рунге-Кутты.
151	Численное решение ОДУ. Метод Адамса.
152	Жесткие системы дифференциальных уравнений и методы их решения.
153	Численное решение краевых задач. Метод стрельбы
154	Численное решение краевых задач. Метод последовательного приближения.
155	Численное решение краевых задач. Метод установления.
156	Вычислительный эксперимент, построение физических и математических моделей.
157	Понятие конечного элемента.
158	Основные этапы МКЭ.
159	Понятие локальной и глобальной системы координат.
160	Соотношения между силами и перемещениями.
161	Работа и энергия.
162	Свойство взаимности.
163	Преобразование соотношений жесткости и податливости.
164	Преобразование степеней свободы.

165	Растяжение - сжатие. Типичный конечный элемент. Функция перемещений.
166	Растяжение - сжатие. Напряжения и деформации. Матрица жесткости.
167	Растяжение - сжатие. Вектор узловых нагрузок. Переход к глобальной системе координат.
168	Кручение. Типичный конечный элемент. Функция перемещений.
169	Кручение. Напряжения и деформации. Матрица жесткости.
170	Кручение. Вектор узловых нагрузок. Переход к глобальной системе координат.
171	Поперечный изгиб. Типичный конечный элемент. Функция перемещений.
172	Поперечный изгиб. Напряжения и деформации. Матрица жесткости.
173	Поперечный изгиб. Вектор узловых нагрузок. Переход к глобальной системе координат.
174	Растяжение-сжатие с кручением. Функция перемещений. Напряжения и деформации. Матрица жесткости.
175	Растяжение-сжатие с кручением. Вектор узловых нагрузок. Переход к глобальной системе координат.
176	Косой изгиб. Функция перемещений. Напряжения и деформации. Матрица жесткости.
177	Косой изгиб. Вектор узловых нагрузок. Переход к глобальной системе координат.
178	Косой изгиб в сочетании с растяжением-сжатием. Функция перемещений. Напряжения и деформации. Матрица жесткости.
179	Косой изгиб в сочетании с растяжением-сжатием. Вектор узловых нагрузок. Переход к глобальной системе координат.
180	Изгиб с кручением. Функция перемещений. Напряжения и деформации. Матрица жесткости.
181	Изгиб с кручением. Вектор узловых нагрузок. Переход к глобальной системе координат.

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, а также методическими указаниями ...*(перечислить если имеются в наличии)*.

В методических указаниях указывается порядок проведения оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, и выставления оценки по дисциплине (средневзвешенная – среднеарифметическое из всех оценок в течение периода изучения дисциплины; с использованием штрафных баллов за недочеты; интегральная – суммирование набранных баллов за каждое задание и пр.)

5. Матрица соответствия результатов обучения, показателей, критериев и шкал оценки

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результат обучения (показатели оценивания)	Критерии оценки	Шкала оценки	
			Академическая оценка (зачтено/незачтено)	Уровень освоения компетенции
ОПК-1 - Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий.				
ИД1 _{опк-1} – Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения типовых задач профессиональной деятельности	Знает: математические основы современных численных методов	Показывает необходимый объем знаний математических основ численных методов	зачтено	базовый
		Необходимый объем знаний не показан	незачтено	не освоено
	Умеет: для решения типовых задач профессиональной деятельности выбирать подходящие численные методы, оценивать результаты решения инженерных задач с применением численных методов	Выбирает подходящие численные методы на основе анализа условия поставленной инженерной задачи, разрабатывает алгоритм решения, выбирает критерии оценки	зачтено	продвинутый
		Не способен выбрать необходимый метод для решения поставленной задачи	незачтено	не освоено
	Владеет: навыками решения типовых задач профессиональной деятельности с применением численных методов.	Выполнены практические и лабораторные работы	зачтено	высокий
		Практические и лабораторные работы не выполнены	незачтено	не освоено
ОПК-5 – Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности.				
ИД2 _{опк-5} – Применяет методы планирования и обработки результатов экспериментальных исследований (в том числе с использованием численных методов)	Знает: математические основы планирования экспериментальных исследований и методов обработки их результатов	Показывает необходимый объем знаний математических основ планирования экспериментальных исследований и методов обработки их результатов	зачтено	базовый
		Необходимый объем знаний не показан	незачтено	не освоено
	Умеет: составлять планы полнофакторных эксперимен-	Выбирает статистический метод планирования и составля-	зачтено	продвинутый

	тальных исследований	ет планы проведения многофакторных экспериментальных исследований		
		Не способен выбрать и применить статистические методы планирования	незачтено	не освоено
	Владеет: навыками обработки результатов экспериментальных исследований с использованием численных методов	Выполнены практические и лабораторные работы	зачтено	высокий
		Практические и лабораторные работы не выполнены	незачтено	не освоено
ОПК-7 – Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.				
ИД2 _{опк-7} – Применяет современные информационные технологии, базы данных и специализированное программное обеспечение для решения профессиональных задач	Знает: современные информационные технологии, базы данных и специализированное программное обеспечение для решения профессиональных задач с применением численных методов	Демонстрирует необходимый объем знаний современных информационных технологий, баз данных и специализированного программного обеспечения для решения профессиональных задач с применением численных методов	зачтено	базовый
		Необходимый объем знаний не показан	незачтено	не освоено
	Умеет: использовать современные информационные технологии, базы данных и специализированное программное обеспечение	Демонстрирует умения применения современных информационных технологий, баз данных и специализированного программного обеспечения при решении профессиональных задач	зачтено	продвинутый
		Не способен самостоятельно использовать современные информационные технологии, базы данных и специализированное программное обеспечение	незачтено	не освоено
	Владеет: навыками применения численных методов для	Выполнены практические и лабораторные работы	зачтено	высокий

	решения профессиональных задач с использованием современных информационных технологий, баз данных и специализированного программного обеспечения	Практические и лабораторные работы не выполнены	незачтено	не освоено
--	--	---	-----------	------------