

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Технология и оборудование машиностроительных
производств»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №9 от 16 апреля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ОСНОВЫ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ И МОДЕЛИРОВАНИЯ»

Направление: 15.04.02 Технологические машины и оборудование

Цифровое проектирование и конструирование изделий машиностроения

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Пашков Александр
Андреевич
Дата подписания: 22.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Пашков Андрей
Евгеньевич
Дата подписания: 23.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Стрелков
Алексей Борисович
Дата подписания: 22.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Основы численных методов и моделирования» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК-13 Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и испытания их работоспособности	ОПК-13.2
ОПК-6 Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности	ОПК-6.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК-13.2	Применят современные цифровые программы инженерного анализа, основанные на методе конечных элементов, для анализа трехмерных моделей оборудования, проведения расчётов и симуляции рабочих процессов, а также организации и проведения виртуальных испытаний	Знать особенности современных цифровых программ инженерного анализа, основанных на методе конечных элементов. Уметь применять современные цифровые программы инженерного анализа, основанные на методе конечных элементов, для анализа трехмерных моделей оборудования, проведения расчётов и симуляции рабочих процессов, а также организации и проведения виртуальных испытаний Владеть навыками проведения статических и динамических расчетов при помощи цифровых программ инженерного анализа.
ОПК-6.1	Использует современные информационно-коммуникационные технологии, а также глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности	Знать основные информационно-коммуникационные технологии, а также глобальные информационные ресурсы. Уметь применять основные информационно-коммуникационные технологии, а также глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности. Владеть навыками применения технологий анализа и представления данных.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Основы численных методов и моделирования» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Устройство механизмов технологических машин»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Инженерный анализ в САЕ системах»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	28	28
лекции	14	14
лабораторные работы	14	14
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	80	80
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 2

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Основные принципы понятия численного инженерного анализа. Метод конечных элементов	1	4	1, 2	4					Тест
2	Идеализация геометрической модели и построение КЭ сетки	2	6	3, 4, 5	6			1	24	Тест
5	Методы поиска и оптимизации решения. Анализ	3	4	6	4			2, 3	56	Тест

	и обработка результатов									
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		14		14				80	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Основные принципы понятия численного инженерного анализа. Метод конечных элементов	Основные принципы и понятия инженерного анализа: прочность конструкций, напряженно-деформированное состояние, критерии разрушения. Использование численных методов при проектировании конструкций и машин. Базовые принципы КЭ анализа. Основные шаги МКЭ: идеализация, дискретизация, решение системы дифференциальных уравнений. Обзор ведущих промышленных решателей: Fidesys, ANSYS, LS-Dyna, ABAQUS для выбранного типа анализа.
2	Идеализация геометрической модели и построение КЭ сетки	Идеализация модели: упрощение геометрии, выделение срединных поверхностей, деление тел для локального управления качеством сетки. Построение КЭ-сетки с учетом сгущений в зонах наибольших градиентов. Задание свойств и материалов, закреплений и нагрузок. Оценка качества сетки.
5	Методы поиска и оптимизации решения. Анализ и обработка результатов	Запуск модели на расчет. Зависимость времени расчета от сложности модели и типа анализа. Понятие сходимости численного метода. Поиск и оптимизации решения. Постпроцессинг. Детальный визуальный и количественный анализ результатов

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 2

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Построение эпюр в постпроцессоре CAE Fidesys	2
2	Моделирование шарикового подшипника с сепаратором	2
3	Построение резервуара с дефектами	2
4	Моделирование ракетного двигателя	2
5	Работа с композитами в CAE Fidesys	2
6	Создание сложной балочно-оболочечной модели крыла самолета в CAE Fidesys	4

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	24
2	Подготовка к сдаче и защите отчетов	32
3	Проработка разделов теоретического материала	24

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Компьютерные симуляции

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

<https://fidesys-solvers.ru/analysis/>

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 2 | Тест

Описание процедуры.

Примерный список вопросов для проведения входного контроля:

1. Что такое численные методы и в чем их основное назначение?
2. Опишите основные этапы решения задачи с использованием численных методов.
3. Каковы преимущества и недостатки численных методов по сравнению с аналитическими методами?
4. Что такое интерполяция, и какие методы интерполяции вы знаете?
5. Объясните, что такое метод конечных разностей и где он применяется.

Критерии оценивания.

Устный опрос или тестирование

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК-13.2	Умеет применять современные цифровые программы инженерного анализа, основанные на методе конечных элементов, для анализа трехмерных моделей оборудования, проведения расчётов и симуляции рабочих процессов, а также организации и проведения виртуальных испытаний	тестирование
ОПК-6.1	Имеет представление о современных информационно-коммуникационные технологии, а также глобальных информационных ресурсах в научно-исследовательской деятельности	тестирование

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 2, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

тестирование

Пример задания:

Вопрос 1. Что такое численный метод?

- А) Метод, основанный на аналитическом решении уравнений
- В) Метод, использующий численные приближения для решения математических задач
- С) Метод, применяемый только в физике
- D) Метод, который не требует вычислений

Вопрос 2. Какой из следующих методов используется для интерполяции данных?

- А) Метод Эйлера
- В) Метод Рунге-Кутты
- С) Метод Лагранжа
- D) Метод Монте-Карло

Вопрос 3. Какова основная идея метода конечных разностей?

- А) Замена производных на конечные разности
- В) Применение интегральных уравнений
- С) Использование аналитических решений

- D) Применение случайных чисел

Вопрос 4. Что такое ошибка аппроксимации?

- A) Разница между точным и приближенным решением
- B) Ошибка, возникающая из-за округления
- C) Ошибка, связанная с неправильным выбором метода
- D) Ошибка, возникающая при интерполяции

Вопрос 5. Какой из следующих методов является методом для решения обыкновенных дифференциальных уравнений?

- A) Метод Гаусса
- B) Метод Рунге-Кутты
- C) Метод Ньютона
- D) Метод Симпсона

Вопрос 6. Что такое численная устойчивость метода?

- A) Способность метода давать точные результаты при малых изменениях данных
- B) Способность метода сохранять точность при больших вычислениях
- C) Способность метода работать с любыми типами данных
- D) Способность метода быстро завершать вычисления

Вопрос 7. Какова основная цель моделирования в контексте численных методов?

- A) Получить точное аналитическое решение
- B) Оценить поведение системы в условиях, которые трудно исследовать экспериментально
- C) Упростить математическую модель
- D) Создать графическое представление данных

Вопрос 8. Как проводится оценка погрешности численных методов?

- A) Сравнением с другими численными методами
- B) Сравнением с точными решениями или более точными методами
- C) По количеству итераций, необходимых для достижения результата
- D) По времени выполнения алгоритма

Вопрос 9. В чем заключается суть метода Монте-Карло?

- A) Использование детерминированных алгоритмов для решения задач
- B) Применение случайных чисел для оценки величин или решения уравнений
- C) Решение задач только в одномерном пространстве
- D) Применение только к статистическим данным

Вопрос 10. Какой из следующих методов является подходящим для нахождения корней уравнений?

- A) Метод трапеций
- B) Метод Ньютона
- C) Метод Рунге-Кутты
- D) Метод конечных элементов

Ответы: 1. B; 2. C; 3. A; 4. A; 5. B; 6. A; 7. B; 8. B; 9. B; 10. B.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Оценка «зачтено» ставится при условии выполнения студентом всех лабораторных работ, предусмотренных учебным планом. Тестирование должно быть выполнено с результатом не менее 80% правильных ответов	Оценка «не зачтено» ставится при условии не выполнения студентом всех лабораторных работ, предусмотренных учебным планом. Тестирование выполнено с результатом менее 80% правильных ответов

7 Основная учебная литература

1. Технологии цифрового моделирования изделий и технологических процессов : учебное пособие / А. А. Пашков, Ю. Н. Иванов, А. А. Макарук [и др.], 2021. - 94.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Турчак Леонид Иванович. Основы численных методов : учеб. пособие для вузов / Л. И. Турчак, П. В. Плотников, 2002. - 300.

2. Ремез Е. Я. Основы численных методов чебышевского приближения / Е. Я. Ремез, 1969. - 624.

3. Ильин В. П. Численные методы решения задач строительной механики : справочное пособие / В. П. Ильин, В. В. Карпов, А. М. Масленников, 1990. - 348.

4. Марчук Гурий Иванович. Математические модели в геофизической гидродинамике и численные методы их реализации / Гурий Иванович Марчук, В.П. Дымников, В.Б. Залесный, 1987. - 295.

5. Основные численные методы и их реализация на микрокалькуляторах : учеб. пособие для инж.-техн. спец. вузов / И. М. Сулима, С. И. Гавриленко, И. А. Радчик, Я. А. Юдицкий, 1987. - 309.

6. Элементы теории систем и численные методы моделирования процессов теплопереноса : учеб. для вузов по специальности "Теплофизика, автоматизация и экология пром. печей" / В. С. Швыдкий, Н. А. Спирин, М. Г. Ладыгичев и др., 1999. - 519.

7. Стронгин Р. Г. Численные методы в многоэкстремальных задачах: (Информационно-статистические алгоритмы) / Р. Г. Стронгин, 1978. - 240.

8. Богомоллов Г. И. Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений по курсу "Численные методы анализа" : учеб. пособие / Г. И. Богомоллов; ред. М. С. Яров-Яровой, 1984. - 26.

9. Хемминг Р. В. Численные методы. : пер. с англ. / Р. В. Хемминг, 1972. - 400.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. CAE Fidesys

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютер Intel Core i7/DDR 8Gb/HDD 1Tb/GF 2Gb/DVDRW/LCD 23"/ИБП