

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

«ИНЖЕНЕРНЫЙ АНАЛИЗ В САЕ СИСТЕМАХ»

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 «Инженерный анализ в САЕ системах» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-2 Способен выполнять динамические и прочностные расчёты изделий машиностроения и их сопровождение на всех этапах жизненного цикла	ПК-2.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-2.2	Применяет системы инженерного анализа для решения сложных технических задач	Знать методы инженерного анализа, функциональные возможности и классификацию систем для расчета и инженерного анализа САЕ. Уметь выбирать подходящую САЕ систему для решения заданной задачи, выполнять постановку задачи анализа, расчет и постобработку результатов. Владеть навыками выбора метода решения в САЕ среде.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Инженерный анализ в САЕ системах» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Основы численных методов и моделирования»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Решение линейных и нелинейных задач в САЕ-системах», «Проектная деятельность магистранта: проектно-расчётная»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 6 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семес тр № 3	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины	216	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	44	28	16
лекции	0	0	0
лабораторные работы	44	28	16
практические/семинарские	0	0	0

занятия			
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	136	80	56
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	0	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет, Экзамен	Зачет	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 3

№ 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	Статический анализ в САЕ Fidesys			1, 2, 3	6			1	24	Решение задач
2	Динамический анализ в САЕ Fidesys			4, 5, 6	6			3	24	Решение задач
3	Решение задач усталости			7, 8, 9	6			2	32	Решение задач
4	Топологическая оптимизация			10, 11	4					Решение задач
5	Потеря устойчивости			12, 13, 14	6					Решение задач
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего				28				80	

Семестр № 4

№ 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	Тепловой анализ			1, 2	4					Решение задач
2	Модальный анализ			3, 4, 5	6			1	18	Решение задач
3	Аддитивное производство			6	2			2	20	Решение задач
4	Случайная вибрация			7, 8	4					Решение задач
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего				16				74	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Статический анализ в CAE Fidesys	Изгиб шарнирно-опертого двутавра на двух опорах под распределенной силой Формовка листового металла Расчет шпилечного соединения Образование "шейки" в образце для испытаний на разрыв при пластическом деформировании в (2D)
2	Динамический анализ в CAE Fidesys	Расчет кинематических параметров сложного механизма Расчет динамики шасси самолета при приземлении в смешанной постановке Образование "шейки" в образце для испытаний на разрыв при пластическом деформировании
3	Решение задач усталости	Задача усталостной прочности части кривошипно-шатунного механизма двигателя внутреннего сгорания Расчет на усталость (циклическую прочность) по Еврокоду EN 1993-1-9-2009 с помощью программируемого фильтра и фильтра калькулятор
4	Топологическая оптимизация	Топологическая оптимизация приварного кронштейна, нагруженного сосредоточенной силой на краю Оптимизация формы плоского трехточечного кронштейна в 2D-постановке в Fidesys 4.0
5	Потеря устойчивости	Решение задачи устойчивости цилиндрической оболочки при действии давления, равномерно распределенного по всей поверхности в оболочечной постановке Анализ устойчивости оболочечно-балочной модели в виде цилиндра Анализ устойчивости тонкостенной трубы под действием внешнего давления

Семестр № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Тепловой анализ	Тепловые и деформационные процессы при работе лазера Моделирование теплового процесса во время сварки
2	Модальный анализ	Расчет модального анализа лопатки с преднагружением при условии циклосимметрии на неконформной сетке Модальный анализ сварной алюминиевой рамы с приборами
3	Аддитивное производство	Моделирование процесса аддитивного производства тарировочной модели методом

		возрождения упругого слоя Моделирование процесса аддитивного производства упрощённым методом с использованием технологии рождения конечных элементов
4	Случайная вибрация	Анализ НДС бака на раме под воздействием случайной вибрации Анализ случайной вибрации системы Вал-Ротор

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 3

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Изгиб шарнирно-опертого двутавра на двух опорах под распределенной силой	2
2	Формовка листового металла	2
3	Расчет шпилечного соединения	2
4	Образование "шейки" в образце для испытаний на разрыв при пластическом деформировании в (2D)	2
5	Расчет кинематических параметров сложного механизма	2
6	Расчет динамики шасси самолета при приземлении в смешанной постановке	2
7	Образование "шейки" в образце для испытаний на разрыв при пластическом деформировании	2
8	Задача усталостной прочности части кривошипно-шатунного механизма двигателя внутреннего сгорания	2
9	Расчет на усталость (циклическую прочность) по Еврокоду EN 1993-1-9-2009 с помощью программируемого фильтра и фильтра калькулятор	2
10	Топологическая оптимизация приварного кронштейна, нагруженного сосредоточенной силой на краю	2
11	Оптимизация формы плоского трехточечного кронштейна в 2D-постановке в Fidesys 4.0	2
12	Решение задачи устойчивости цилиндрической оболочки при действии давления, равномерно распределенного по всей поверхности в оболочечной постановке	2
13	Анализ устойчивости оболочечно-балочной модели в виде цилиндра	2
14	Анализ устойчивости тонкостенной трубы под действием внешнего давления	2

Семестр № 4

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
---	----------------------------------	----------------------------

		часов
1	Тепловые и деформационные процессы при работе лазера	2
2	Моделирование теплового процесса во время сварки	2
3	Расчет модального анализа лопатки с преднагрузением при условии циклосимметрии на неконформной сетке	2
4	Модальный анализ сварной алюминиевой рамы с приборами	2
5	Моделирование процесса аддитивного производства тарировочной модели методом возрождения упругого слоя	2
6	Моделирование процесса аддитивного производства упрощённым методом с использованием технологии рождения конечных элементов	2
7	Анализ НДС бака на раме под воздействием случайной вибрации	2
8	Анализ случайной вибрации системы Вал-Ротор	2

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	24
2	Проработка разделов теоретического материала	32
3	Решение специальных задач	24

Семестр № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	18
2	Подготовка к сдаче и защите отчетов	20
3	Проработка разделов теоретического материала	18

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:

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 3 | Решение задач

Описание процедуры.

Примерный список вопросов для проведения входного контроля:

1. Что такое САЕ система и какова ее основная функция в инженерном анализе?
2. Что такое метод конечных элементов (МКЭ) и в каких случаях он применяется?
3. Какое значение имеет сетка в методе конечных элементов?
4. Какой из следующих этапов является важным при проведении инженерного анализа в САЕ системе?

Критерии оценивания.

не менее 80% правильных ответов

6.1.2 семестр 4 | Решение задач

Описание процедуры.

Примерный список вопросов для проведения входного контроля:

1. Что такое САЕ система и какова ее основная функция в инженерном анализе?
2. Что такое метод конечных элементов (МКЭ) и в каких случаях он применяется?
3. Какое значение имеет сетка в методе конечных элементов?
4. Какой из следующих этапов является важным при проведении инженерного анализа в САЕ системе?

Критерии оценивания.

не менее 80% правильных ответов

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
ПК-2.2	Умеет применять системы инженерного анализа для решения сложных технических задач	Устный опрос или тестирование

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

тестирование

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

6.2.2.2 Семестр 4, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Зачет проводится в устной форме, каждый студент должен ответить на два теоретических вопроса, зачет выставляется с учётом результатов защиты лабораторных работ. Зачет по дисциплине проводится с использованием фонда оценочных средств для проведения аттестации по дисциплине.

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает,	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки,	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.	применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимым и навыками и приемами их выполнения.	нарушения логической последовательности и в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.	
---	--	--	--

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. Турчак Л. И. Основы численных методов : учеб. пособие для вузов / Л. И. Турчак, 1987. - 318.

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

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>
3. <https://fidesys-solvers.ru/analysis/>

4. <https://cae-fidesys.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