Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«ФДТ.6 Инженерный анализ технологической оснастки»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

24.03.04 Авиастроение

(код и наименование направления подготовки)

Самолето- и вертолетостроение

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2023

Рабочая программа дисциплины «ФДТ.6 Инженерный анализ технологической оснастки» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов
наименование кафедры

протокол № 13 от « 26 » июня 2026 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов

наименование кафедры	*подпись*	А.Н. Поляков *расшифровка подписи*

Исполнитель:

доцент каф. ТММСК		С.В. Каменев
должность	*подпись*	*расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки

24.03.04 Авиастроение		А.И. Сергеев
код и наименование	*личная подпись*	*расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

главный библиограф		Г. Г. Гасайтис
	личная подпись	*расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству Аэрокосмического института

		А.М. Черноусова
	личная подпись	*расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Каменев С. В., 2023
© ОГУ, 2023

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины**:**

формирование у обучающихся комплекса знаний и практических навыков, необходимых для эффективного использования современных методов инженерного анализа средств технологического оснащения процессов машиностроительного производства в учебном процессе и в будущей профессиональной деятельности.

Задачи:

- ознакомление с современными системами инженерного анализа и решаемыми ими задачами, ролью систем инженерного анализа в процессе проектирования и изготовления средств технологического оснащения, перспективами использования систем инженерного анализа;
- изучение возможностей систем инженерного анализа, их классификации, видов инженерного анализа, методов инженерного анализа, основ метода конечных элементов в его программной реализации, программно-аппаратного обеспечения систем инженерного анализа;
- освоение систем инженерного анализа на практике, методов проведения инженерного анализа, методик построения расчетных моделей различных конструкций и проведения их инженерного анализа;
- приобретение навыков работы в конкретных системах инженерного анализа и умений их использования для решения различных инженерных задач при проектировании различных видов технологической оснастки.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина является факультативной(ым)

Пререквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

Дисциплина относится к образовательному модулю, реализуемому при целевой подготовке кадров в рамках проекта по прохождению студентами старших курсов образовательных организаций высшего образования обучения по актуализированным основным образовательным программам высшего образования в интересах организаций сферы производства средств производства, автоматизации и робототехники в рамках реализации федерального проекта «Наука и кадры для производства средств производства и автоматизации» национального проекта по обеспечению технологического лидерства «Средства производства и автоматизации».

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-9 Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности	ПК*-9-В-3 Владеть навыками разработки физических и математических моделей исследуемых процессов	**Знать:** методики инженерного анализа производственных систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей на основе математического моделирования с привлечением современных автоматизированных систем **Уметь:** решать типовые задачи профессиональной деятельности, связанные с необходимостью разработки математических моделей производственных систем и их элементов в программной среде автоматизированных систем

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-9 Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности	ПК*-9-В-3 Владеть навыками разработки физических и математических моделей исследуемых процессов	**Владеть:** навыками проведения инженерного анализа производственных систем и их элементов методами математического моделирования, реализуемого программными средствами автоматизированных систем

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 академических часа).

Таблица 2 – Структура дисциплины

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	8 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**72**	**72**
Контактная работа:	**32,25**	**32,25**
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Промежуточная аттестация (зачет)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - выполнение индивидуального задания (ИЗ); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала, материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю.	**39,75**	**39,75**
Вид итогового контроля	**зачет**	

Таблица 3 – Разделы дисциплины, изучаемые в курсе дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Количество часов			
		всего	аудиторная работа		внеаудит. работа
			Л	ПЗ	
1	Роль инженерного анализа в процессе проектирования производственного оборудования	6,75	2	—	4,75
2	Современные автоматизированные системы инженерного анализа	9	2	2	5
3	Основы метода конечных элементов	12	4	2	6
4	Методы генерации сетки в системах инженерного анализа	10	2	2	6
5	Методы повышения качества сетки в системах инженерного анализа	10	2	2	6
6	Типовая методика автоматизированного анализа по методу конечных элементов	12	2	4	6
7	Методики моделирования механических компонентов производственного оборудования в системах инженерно-	12	2	4	6

№ раздела	Наименование раздела	Количество часов			
		всего	аудиторная работа		внеаудит. работа
			Л	ПЗ	
	го анализа				
	Промежуточная аттестация (зачет)	0,25	—	—	0,25
	Итого:	72	16	16	40
	Всего:	72	16	16	40

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Роль инженерного анализа в процессе проектирования производственного оборудования

Понятие инженерного анализа. Виды инженерного анализа. Методы инженерного анализа. Классификация систем инженерного анализа.

2 Современные автоматизированные системы инженерного анализа

Назначение автоматизированных систем инженерного анализа (CAE-систем). Функциональные возможности CAE-систем. Математическое обеспечение современных CAE-систем. Системы инженерного анализа для механических приложений.

3 Основы метода конечных элементов

Введение в метод конечных элементов. Формулировка метода конечных элементов. Моделирование конечных элементов. Типы конечных элементов.

4 Методы генерации сетки в системах инженерного анализа

Создание узлов. Построение элементов. Метод топологического разбиения. Метод геометрического разбиения. Решеточные методы. Метод отображаемых элементов (трансфинитное и изопараметрическое отображение).

5 Методы повышения качества сетки в системах инженерного анализа

Преобразование элементов. Детализация сетки. Сглаживание сетки.

6 Типовая методика автоматизированного анализа по методу конечных элементов

Подготовка геометрической модели и формирование сетки. Определение модели материала. Наложение граничных условий. Инициализация процедуры решения. Просмотр и оценка результатов.

7 Методики моделирования механических компонентов производственного оборудования в системах инженерного анализа

Виды конечно-элементных моделей, их преимущества и недостатки. Методики анализа статических и динамических характеристик технологических оборудования. Методики анализа тепловых характеристик технологического оборудования.

4.3 Практические занятия

Таблица 4 – Практические занятия, проводимые в курсе дисциплины

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2–7	Построение геометрической модели станочного приспособления	4
2	2–7	Построение конечно-элементной модели станочного приспособления	4
3	2–7	Анализ напряженно-деформированного состояния станочного приспособления под действием сил закрепления установленной детали	2
4	2–7	Анализ напряженно-деформированного состояния станочного приспособления при совместном действии на установленную деталь сил закрепления и сил резания	2
5	2–7	Модальный анализ станочного приспособления	2
6	2–7	Анализ частотного отклика станочного приспособления	2
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

- Каменев, С. В. Инженерный анализ конструкций в CAE-системе «ANSYS Mechanical APDL» [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. В. Каменев; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун-т». – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 5.96 Мб). – Оренбург: ОГУ, 2021. – 160 с. – Загл. с тит. экрана. – Adobe Acrobat Reader 6.0 – ISBN 978-5-7410-2658-8. – Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/143246_20210601.pdf.
- Каменев, С. В. Инженерные расчеты методом конечных элементов в CAE-системе «Autodesk Simulation Mechanical» [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. В. Каменев; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун-т». – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 5.24 Мб). – Оренбург: ОГУ, 2019. – 142 с. – Загл. с тит. экрана. – Adobe Acrobat Reader 6.0. – ISBN 978-5-7410-2477-5 – Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/94202_20190515.pdf.
- Каменев, С. В. Основы метода конечных элементов в инженерных приложениях [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. В. Каменев; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун-т». – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 3.84 Мб). – Оренбург: ОГУ, 2019. – 110 с. – Загл. с тит. экрана. – Adobe Acrobat Reader 6.0 – ISBN 978-5-7410-2478-2. – Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/94203_20190515.pdf.

5.2 Дополнительная литература

- Каменев, С. В. Использование CAE-системы «ANSYS» в инженерной практике [Электронный ресурс]: учеб. пособие / С. В. Каменев, А. Н. Попов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования «Оренбург. гос. ун-т». – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1.86 Мб). – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008. – 115 с. – Загл. с тит. экрана. – Adobe Acrobat Reader 5.0 – Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/2642_20110923.pdf.
- Чигарев, А. В. ANSYS для инженеров [Текст]: справ. пособие / А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. – М.: Машиностроение-1, 2004. – 512 с. – ISBN 5-94275-048-3.
- Черепашков, А. А. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении [Текст]: учеб. для вузов / А. А. Черепашков, Н. В. Носов. – Волгоград: ИНФОЛИО, 2009. – 592 с. – (Высшее профессиональное образование). – ISBN 978-5-903826-22-3.

5.3 Периодические издания

- Математическое моделирование: журнал. – М.: Российская академия наук», 2020-2024;
- Вестник компьютерных и информационных технологий: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2020-2024;
- САПР и графика: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2017.

5.4 Интернет-ресурсы

- http://fea.ru – официальный сайт инжинирингового центра «Центр компьютерного инжиниринга» (CompMechLab®) СПбПУ, содержащий различные материалы, которые касаются использования современных CAE-технологий в различных отраслях промышленности;
- http://edu.ascon.ru – сайт образовательной программы компании «Аскон», предоставляющий доступ к учебным версиям программных продуктов компании, содержащий различные обучающие материалы, информацию о конкурсах, проводимых компанией и т.п.;
- https://openedu.ru/course/urfu/ENGM/ – «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Инженерная механика»;
- https://openedu.ru/course/spbstu/CEDDM – «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Компьютерный инжиниринг в цифровом проектировании и производстве»;
- https://openedu.ru/course/mephi/mephi_digital_engineering – «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Введение в цифровой инжиниринг».

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Операционная система РЕД ОС.
2. Пакет офисных приложений «МойОфис Образование».
3. Для работы с ресурсами Интернет – веб-браузер Яндекс https://yandex.ru/.
4. Система трехмерного моделирования в машиностроении и приборостроении КОМПАС-3D.
5. ANSYS – программный комплекс для конечно-элементного моделирования и анализа, позволяющий решать задачи прочности, теплообмена, электромагнетизма, гидрогазодинамики, модуль параллельных вычислений ANSYS Academic Mechanical HPC.
6. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования – АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет). Режим доступа: http://aist.osu.ru.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория оснащена комплектами ученической мебели и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения практических занятий используется лаборатория компьютерного моделирования, оснащенная компьютерами с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ. Она же используется как помещение для самостоятельной работы обучающихся.