

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.9 Инженерный анализ в мехатронных системах»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

15.03.06 Мехатроника и робототехника

(код и наименование направления подготовки)

Мехатроника

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2021

1786024

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.9 Инженерный анализ в мехатронных системах» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов
наименование кафедры

протокол № 7 от « 02 » февраля 2021 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов

наименование кафедры

подпись

А.Н. Поляков

расшифровка подписи

Исполнитель:

доцент каф. ТММСК

должность

подпись

С.В. Каменев

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по специальности

15.03.06 Мехатроника и робототехника

код и наименование

личная подпись

А.Н. Поляков

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплексов научной библиотеки

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству Аэрокосмического института

А.М. Черноусова

расшифровка подписи

№ регистрации _____

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины:

формирование у обучающихся комплекса знаний и практических навыков, необходимых для эффективного использования современных автоматизированных систем инженерного анализа в учебном процессе и в будущей профессиональной деятельности при разработке различных образцов высокотехнологичной продукции мехатронного производства.

Задачи:

- ознакомление с современными системами инженерного анализа и решаемыми ими задачами, ролью систем инженерного анализа в процессе проектирования и изготовления мехатронного технологического оборудования, 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 мехатронных систем и их элементов.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)».

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.13.2 Математический анализ, Б1.Д.Б.14 Физика, Б1.Д.Б.18 Детали машин мехатронных систем, Б1.Д.Б.22 Оборудование автоматизированного машиностроительного производства, Б1.Д.Б.24 Конструирование мехатронных модулей, Б1.Д.Б.29 Компьютерное моделирование процессов в машиностроении, Б1.Д.В.4 Проектирование станков с числовым программным управлением.*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.29 Компьютерное моделирование процессов в машиностроении, Б2.П.В.П.2 Научно-исследовательская работа.*

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 к построению математических моделей мехатронных систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей	ПК*-9-В-1 Анализирует методы математического моделирования, применяемого к проектированию и эксплуатации мехатронных систем ПК*-9-В-2 Использует методы математического моделирования для разработки математических моделей при решении типовых задач в мехатронных системах ПК*-9-В-3 Использует современные автоматизированные системы моделирования для решения типовых задач в мехатронных системах	Знать: методики инженерного анализа мехатронных систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей на основе их математического моделирования с привлечением современных автоматизированных систем Уметь: решать типовые задачи профессиональной деятельности, связанные с необходимостью разработки математических моделей мехатронных систем и их элементов в программной среде автоматизированных систем Владеть: навыками проведения инженерного анализа мехатронных систем и их элементов методами математического моделирования, реализуемо-

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		го программными средствами автоматизированных систем в контексте решения типовых задач профессиональной деятельности

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Таблица 2 – Структура дисциплины

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	7 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	108
Контактная работа:	34,25	34,25
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Промежуточная аттестация (диф. 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.	73,75	73,75
Вид итогового контроля	диф. 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 мехатронного технологического оборудования	12	2	—	10
2	Современные автоматизированные системы инженерного анализа	14	2	2	10
3	Основы метода конечных элементов	19,75	4	2	13,75
4	Методы генерации сетки в системах инженерного анализа	14	2	2	10
5	Методы повышения качества сетки в системах инженерного анализа	14	2	2	10
6	Типовая методика автоматизированного анализа по методу конечных элементов	16	2	4	10
7	Методики моделирования механических компонентов мехатронных систем в системах инженерного анализа	18	4	4	10
	Промежуточная аттестация (диф. зачет)	0,25	—	—	0,25
	Итого:	108	18	16	74
	Всего:	108	18	16	74

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Роль инженерного анализа в процессе проектирования мехатронного технологического 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 мехатронных систем 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	Моделирование с использованием пружинных конечных элементов	2
2	2–7	Моделирование с использованием стержневых конечных элементов	2
3	2–7	Моделирование конструкций с использованием балочных конечных элементов	4
4	2–7	Моделирование с использованием пластинчатых конечных элементов	2
5	2–7	Моделирование с использованием оболочечных конечных элементов	2
6	2–7	Моделирование с использованием объемных конечных элементов	4
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

- Каменев, С. В. Инженерные расчеты методом конечных элементов в CAE-системе «Autodesk Simulation Mechanical» [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 142 с. – Режим доступа: http://artlib.osu.ru/site_new/index.php?option=com_find&type=getfile&name=94202_20190515.pdf&folder1=metod_all&folder2=books&no_html=1, авторизованный. – Загл. с экрана.

- Каменев, С. В. Использование CAE-системы «ANSYS» в инженерной практике [Электронный ресурс]: учеб. пособие / С. В. Каменев, А. Н. Попов. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008. – Режим доступа: http://artlib.osu.ru/site_new/index.php?option=com_find&type=getfile&name=2642_20110923.pdf&folder1=metod_all&folder2=books&no_html=1, авторизованный. – Загл. с экрана.

- Каменев, С. В. Основы метода конечных элементов в инженерных приложениях [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 110 с. – Режим доступа: <http://artlib>.

5.2 Дополнительная литература

- Каплун, А. Б. ANSYS в руках инженера [Текст]: практ. руководство / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева. – 2-е изд., испр. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 272 с. – ISBN 5-354-00729-1.
- 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: ИИ-ФОЛИО, 2009. – 592 с. – (Высшее профессиональное образование). – ISBN 978-5-903826-22-3.

5.3 Периодические издания

- Математическое моделирование: журнал. – М.: АРСМИ, 2019-2021;
- Вестник компьютерных и информационных технологий: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2017-2020;
- САПР и графика: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2016-2017.

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://www.autodesk.com/education/home> – раздел официального сайта компании «Autodesk», представляющий бесплатный доступ ко всем полнофункциональным версиям программных продуктов компании в образовательных целях, содержащий различные обучающие материалы, информацию о конкурсах и мероприятиях, проводимых компанией и т.п.;
- <https://www.ansys.com/academic> – раздел официального сайта компании «Ansys», посвященный ее академической программе, в рамках которой предоставляются бесплатные студенческие версии программных продуктов «Ansys» и различные обучающие материалы;
- <https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/MANMEH> – «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Модели и методы аналитической механики»;
- <https://openedu.ru/course/spbstu/CEDDM> – «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Компьютерный инжиниринг в цифровом проектировании и производстве»;
- https://openedu.ru/course/mephi/mephi_digital_engineering – «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Введение в цифровой инжиниринг».

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

1. Операционная система Microsoft Windows, предоставляемая в рамках подписки Microsoft Imagine Premium.
2. Open Office/Libre Office – свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.
3. Система трехмерного моделирования в машиностроении и приборостроении КОМПАС-3D.
4. ANSYS – программный комплекс для конечно-элементного моделирования и анализа, позволяющий решать задачи прочности, теплообмена, электромагнетизма, гидрогазодинамики, модуль параллельных вычислений ANSYS Academic Mechanical HPC.
5. 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. Университетская платформа электронного обучения «Электронные курсы ОГУ в системе обучения Moodle». – Режим доступа: <http://moodle.osu.ru>.

7. Корпоративная платформа Microsoft Teams развернутая в «облаке» MS в рамках подписки Microsoft Azure Dev Tools for Teaching.

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.