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.7 Методы инженерного анализа станков»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки

15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

(код и наименование направления подготовки)

Технология автоматизированного машиностроения

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Год набора 2025

Рабочая программа дисциплины «*ФДТ.7 Методы инженерного анализа станков*» 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
15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

код и наименование	*личная подпись*	А.Н. Поляков *расшифровка подписи*

Научный руководитель магистерской программы _____ А.Н. Поляков
личная подпись *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
главный библиограф _____ Г.Г. Гасанова
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству Аэрокосмического института
_____ А.М. Черноусова
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Каменев С. В., 2025
© ОГУ, 2025

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины**:**

приобретение комплекса знаний и практических навыков в области исследований физического состояния станочного оборудования с использованием научных принципов и подходов, основанных на компьютерном математическом моделировании.

Задачи:

- получение знаний о методах инженерного анализа механических компонентов станочного оборудования; о существующих прикладных программам для проведения инженерного анализа станочного оборудования; о методах проведения вычислительных экспериментов и обработки их результатов;
- освоение программных инструментов инженерного анализа для исследования характеристик различных компонентов станочного оборудования и прогнозирования их поведения в реальных условиях эксплуатации;
- приобретение навыков проектирование новых компонентов и технических систем станочного оборудования, а также решения задач, связанных с его эксплуатацией на основе компьютерного математического моделирования и проведения вычислительных экспериментов.

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*-6 Способен к проведению инженерного анализа изделий машиностроения с использованием численных методов	ПК*-6-В-3 Использует прикладные программы для выполнения инженерного анализа изделий машиностроения	**Знать:** функциональные возможности прикладных компьютерных программ и методологию их использования для проведения инженерного анализа станочного оборудования **Уметь:** моделировать поведение механических компонентов станочного оборудования в системах инженерного анализа и прогнозировать их характеристики с использованием численных методов

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-6 Способен к проведению инженерного анализа изделий машиностроения с использованием численных методов	ПК*-6-В-3 Использует прикладные программы для выполнения инженерного анализа изделий машиностроения	**Владеть:** навыками практического использования прикладных компьютерных программ для проведения инженерного анализа различных компонентов станочного оборудования

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	
	4 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 4 семестре

№ раздела	Наименование раздела	Количество часов			
		всего	аудиторная работа		внеаудит. работа
			Л	ПЗ	
1	Инженерный анализ станков и методы их математического моделирования	12	4	—	8
2	Введение в метод конечных элементов	16	4	4	8
3	Кинематический анализ станка на основе динамики многотельных систем	16	4	4	8
4	Виды инженерного анализа станка, выполняемые методом конечных элементов	14	2	4	8
5	Обобщенная процедура инженерного анализа станка с использованием метода конечных элементов	13,75	2	4	7,75
	Промежуточная аттестация (зачет)	0,25	—	—	0,25
	Итого:	72	16	16	40
	Всего:	72	16	16	40

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Инженерный анализ станков и методы их математического моделирования

Аналитические и численные методы моделирования. Метод конечных разностей. Метод граничных элементов. Метод конечных элементов.

2 Введение в метод конечных элементов

Понятие конечных элементов и их основные типы. Расчет статических характеристик станка. Определение матрицы жесткости. Расчет динамических характеристик станка. Статическая конденсация и методы редукции.

3 Кинематический анализ станка на основе динамики многотельных систем

Понятие многотельной системы. Моделирование движения станков с использованием динамики многотельных систем. Решение прямой и обратной кинематической задачи. Моделирование движения систем с упругими звеньями.

4 Виды инженерного анализа станка, выполняемые методом конечных элементов

Статический анализ. Динамический модальный анализ. Динамический гармонический анализ. Динамический нестационарный элемент. Динамический спектральный анализ.

5 Обобщенная процедура инженерного анализа станка с использованием метода конечных элементов

Препроцессирование. Решение. Постпроцессирование.

4.3 Практические занятия

Таблица 4 – Практические занятия, проводимые в курсе дисциплины

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	4	Построение геометрической модели станка	4
2	4	Построение модели движения станка	2
3	4	Анализ кинематики и динамики движения исполнительных органов станка	2
4	5	Построение конечно-элементной модели станка	2
5	5	Расчет статических характеристик станка	2
6	5	Расчет динамических характеристик станка	4
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

- Основы метода конечных элементов в инженерных приложениях [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. В. Каменев. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 3.84 Мб). – Оренбург: ОГУ, 2019. – 110 с. – Загл. с тит. экрана. – Adobe Acrobat Reader 6.0. – Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/94203_20190515.pdf. – ISBN 978-5-7410-2478-2.
- Поляков, А. Н. Расчет базовых деталей станков в системе ANSYS [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Н. Поляков, С. В. Каменев. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: Kb). – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2006. – Adobe Acrobat Reader 5.0 – Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/2429_20110920.pdf.
- Поляков, А. Н. Применение CAE-систем в математическом моделировании станков [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Н. Поляков, И. П. Никитина. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 14.19 Мб). – Оренбург: ОГУ, 2021. – 183 с. – Загл. с тит. экрана. – Adobe Acrobat Reader 7.0 – ISBN 978-5-7410-2695-3. – Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/158053_20211129.pdf.
- Поляков, А. Н. Расчет несущих систем станков в CAE - системе Ansys [Текст]: учебное пособие / А. Н. Поляков, С. В. Каменев, К. С. Романенко. – Оренбург: Университет, 2013. – 191 с.

5.2 Дополнительная литература

- Макашин, Д. С. Математическое моделирование станков и станочных комплексов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д. С. Макашин, О. П. Коржова. – Омск: ОмГТУ, 2023. – 124 с. – ISBN 978-5-8149-3637-0. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/421721.
- Почекуев, Е. Н. Инженерный анализ объектов и процессов машиностроения в САПР. Моделирование объектов и процессов в САПР. Методы решения задач моделирования с помощью MATLAB [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е. Н. Почекуев, П. Н. Шенбергер. – Тольятти: ТГУ, 2024. – 109 с. – ISBN 978-5-8259-1611-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/427133.
- Расчет и конструирование станочного оборудования [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Ю. Скиба, С. В. Птицын, В. В. Иванцивский, Е. А. Зверев. – Новосибирск: НГТУ, 2024. – 283 с. – ISBN 978-5-7782-5222-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/514415.

5.3 Периодические издания

- Автоматизация. Современные технологии: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2017–2019;
- Вестник машиностроения: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2020–2024.
- Справочник. Инженерный журнал: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2020–2024.
- Технология машиностроения: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2020–2024.

5.4 Интернет-ресурсы

- http://rosstanko.com, www.sasta.ru, http://www.rzts.ru, http://dzfs.su, www.uzts.ru, www.stan-company.ru – сайты станкостроительных заводов России по производству высокотехнологичного и наукоемкого оборудования;
- www.pumori.ru – сайт компании «Пумори-инжиниринг инвест», пропагандирует и внедряет инновационные технологии и содействует развитию конкурентоспособного рынка российских продуктов машиностроения;
- www.abamet.ru – официальный сайт поставщика станков HAAS в Россию, сайт содержит справочную информацию по программированию HAAS-FANUC;
- https://openedu.ru/course/mephi/machinery – «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Конструирование: Введение в детали машин».
- https://openedu.ru/course/spbstu/DIGPROD – «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Цифровое производство и проектная деятельность».
- https://openedu.ru/program/mephi/mephi_digital_engineering_dpo – «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Цифровой инжиниринг и цифровые технологии в промышленности»;
- 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. Siemens NX – система автоматизации конструкторского проектирования, технологической подготовки производства и инженерного анализа машиностроительных изделий различного назначения.
7. Автоматизированная система «SciDAVis» – свободное бесплатное программное обеспечение для анализа научных данных, их визуализации и подготовки к печати. Разработчик: компания Russell Standish 2014-02-11. Режим доступа: http://scidavis.sourceforge.net.

8. 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

1 Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: комплекты ученической мебели, мультимедийный проектор, доска, экран.

2 Для проведения практических занятий используются:

- лаборатория мехатронных систем, робототехники, станков с ЧПУ и автоматизированных измерений, оснащенная: станок сверлильно-фрезерно-расточной модели 400V; координатно-измерительная машина Wenzel LH55-600 XO; контактная измерительная система контроля размеров обрабатываемой детали на вертикальном фрезерном обрабатывающем центре на базе ИПК датчика Blum TC50 (Германия), учебно-производственный комплекс на базе многоцелевого токарного и вертикально фрезерного станков с ЧПУ (Станок HAAS TM-1P, Станок HAAS ST-10Y), компрессор REMEZA ВК-10, многоканальный измеритель температуры МИТ-12ТП-11, магнитные штативы ШМ-1 с многооборотными индикаторами 1МИГ, автоматизированная система измерения на станке с ЧПУ; три цифровых измерительных головки NORGAU модели NID-1201; автоматизированная система настройки инструмента фирмы Renishaw; режущий инструмент шведской фирмы Sandvik Coromant и Pramet; вспомогательный инструмент фирмы AdvaCut; многоканальный измеритель температуры МИТ-12ТП-11; тепловизор Testo 865; инфракрасный термометр Testo 830-T2; пьезоэлектрический многокомпонентный динамометрический комплекс для определения усилий резания и моментов Kistler;
- лаборатория компьютерного моделирования, оснащенная проекционной техникой, компьютерной мебелью и компьютерами с установленным специальным программным обеспечением (раздел 5.5), плакатами, дополнительным методическим обеспечением;
- лаборатория деталей и механизмов станков, оснащенная деталями и механизмами станков;
- лаборатория технологии машиностроения, оснащенная универсальными станками: токарно-винторезные станки 1К62 и SNA-500, вертикально-сверлильный станок 2Н118, горизонтально-фрезерный станок 6Р81.

3 Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования: комплекты ученической мебели, мультимедийный проектор, доска, экран, компьютеры с подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ;

4 Помещения для самостоятельной работы: комплекты ученической мебели, компьютеры с подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.