

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева»
АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

Глебов В.В.

« 29 » 01 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.05 Динамический анализ технологических систем

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки: 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
(код и направление подготовки)

Направленность: Технология машиностроения
(наименование профиля, программы магистратуры)

Форма обучения: очная/очно-заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: 2025

Объем дисциплины: 180/5 з.е.
(часов/з.е)

Промежуточная аттестация: экзамен/экзамены
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Выпускающая кафедра: Технология машиностроения
(наименование кафедры)

Кафедра-разработчик: Технология машиностроения
(наименование кафедры)

Разработчик(и): Курненков А.В.
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 17 августа 2020 г. № 1045 на основании учебного плана, принятого Ученым советом АПИ НГТУ, протокол от 29.01.2025 г. № 1

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика, протокол от 25.12.2024 г. № 12

Заведующий кафедрой _____ Глебов В.В.
(подпись) (ФИО)

Рабочая программа рекомендована к утверждению УМК института
протокол от 29.01.2025 г. № 1

Зам. директора по УР _____ Шурыгин А.Ю.
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в учебном отделе № 15.04.05-05
Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.
(подпись)

Заведующая отделом библиотеки _____ Старостина О.Н.
(подпись)

Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
1.1 Цель освоения дисциплины (модуля)	4
1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	5
4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам	6
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	7
5.1 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания	7
5.2 Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	10
5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости	10
5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине	11
5.3 Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине	13
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	15
6.1 Учебная литература	15
6.2 Справочно-библиографическая литература	15
6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	15
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	15
7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы	15
7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины	16
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	16
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)	16
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	17
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	17
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа	17
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах	17
10.4 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа	17
10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	18
10.6. Методические указания для выполнения РГР	18
10.7. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы	18
10.8 Методические указания по обеспечению образовательного процесса	18

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Цель освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Динамический анализ технологических систем» является изучение современных методов инженерного анализа, позволяющих выполнять динамический анализ станочного оборудования машиностроительных производств при выполнении проектных расчетов с использованием современных систем инженерных расчетов.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

- использование различных методов динамического анализа при проектировании станочного оборудования в программных продуктах инженерного анализа;
- участие в проведении динамического анализа станочного оборудования в современных системах инженерного анализа.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Динамический анализ технологических систем» включена в перечень дисциплин обязательной части. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Современные тенденции машиностроительного производства», «Численное моделирование процессов резания», «Компьютерные технологии в науке и производстве», «Конечно-элементное моделирование процессов и систем».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Динамический анализ технологических систем», необходимы при подготовке выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Динамический анализ технологических систем» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины «Динамический анализ технологических систем» направлен на формирование элементов общепрофессиональных компетенций ОПК-1 и ОПК-3 в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Таблица 3.1 – Формирование компетенций дисциплинами

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины Компетенции берутся из УП по направлению подготовки магистра			
	1	2	3	4
ОПК-1				
Динамический анализ технологических систем				
Современные тенденции машиностроительного производства				
Научно-исследовательская работа				
Подготовка к процедуре защиты и защите ВКР				
ОПК-3				
Методология научных исследований в машиностроении				
Компьютерные технологии в науке и производстве				
Динамический анализ технологических систем				
Современные тенденции машиностроительного производства				
Научно-исследовательская работа				
Подготовка к процедуре защиты и защите ВКР				

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Динамический анализ технологических систем», соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП, представлен в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
ОПК-1. Способен формулировать цели и задачи исследования в области конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки исследований	ОПК-1.3. Владеет методиками анализа и реализует их применительно к ТС	Знать компоновки, критерии работоспособности и принципы функционирования современного оборудования, тенденции его развития	Уметь анализировать конструкции и компоновки современного оборудования	Владеть навыками анализа конструкций, компоновок современного оборудования
ОПК-3. Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности	ОПК-3.2. Реализует компьютерные технологии в научных исследованиях и производстве	Знать компьютерные технологии, программные продукты, численные методы и виды динамического анализа, используемые при проектировании деталей, узлов и подсистем современного оборудования и технологических систем	Уметь применять различные виды динамического анализа при проектировании деталей, узлов и подсистем современного оборудования и технологических систем	Владеть численными методами динамического анализа для проведения расчетов, моделирования и конструирования современного оборудования и технологических систем; навыками выполнения динамических расчетов деталей, узлов и подсистем современного оборудования

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. ед. или 180 часов, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения / очно-заочного обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	180/180	180/180
1. Контактная работа:	37/27	37/27
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	30/20	30/20
занятия лекционного типа (Л)	6/4	6/4
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	24/16	24/16
лабораторные работы (ЛР)		
1.2. Внеаудиторная, в том числе	7/7	7/7
расчетно-графическая работа (РГР) (консультация, защита)	1/1	1/1
текущий контроль, консультации по дисциплине	4/4	4/4
контактная работа на промежуточном контроле (КРа)	2/2	2/2
2. Самостоятельная работа (СРС)	143/153	143/153
реферат/эссе (подготовка)		
расчетно-графическая работа (РГР) (подготовка)	18/18	18/18
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	89/99	89/99
Подготовка к экзамену (контроль)	36/36	36/36
Подготовка к зачету / зачету с оценкой (контроль)	-/-	-/-

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очной/очно-заочной формы обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)			Вид СРС	
		Контактная работа		Самостоятельная работа студентов		
		Лекции	Лабораторные работы			
1 семестр						
ОПК-1 ОПК-1.3	Раздел 1. Обзор, устройство и проектирование современного оборудования с ЧПУ					
	Тема 1.1 Виды, классификация, основные узлы и устройство станков с ЧПУ Тема 1.2 Принцип работы станков с ЧПУ Тема 1.3 Электродвигатели и приводы станков с ЧПУ Тема 1.4 Направляющие для станков с ЧПУ Тема 1.5 Выбор и проектирование систем ЧПУ	3/2		29/32	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]	
	Итого по 1 разделу	3/2		29/32		
ОПК-3 ОПК-3.2.	Раздел 2. Виды динамического анализа					
	Тема 2.1 Введение Тема 2.2 Модальный анализ Тема 2.3 Гармонический анализ Тема 2.4 Анализ случайных колебаний Тема 2.5 Анализ переходных процессов	3/2		48/57	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]	
	Практическая работа №1 Исследование вибрационных характеристик врачающегося маховика. Практическая работа №2 Модальный анализ Практическая работа №3 Гармонический анализ Практическая работа №4 Анализ случайных колебаний Практическая работа №5 Анализ переходных процессов Практическая работа № 6 Динамический анализ детали Расчетно-графическая работа Комплексный динамический анализ изделия		4/4 4/4 4/4 4/2 4/2 4/-	2/2 2/2 2/2 2/2 2/2 2/-	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.2.1] [6.3.2]	
	Итого по 2 разделу	3/2		24/16	78/85	

Таблица 4.3 - Используемые активные и интерактивные образовательные технологии

Вид занятий	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
Лекции	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии
Практические занятия,	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Тестовые технологии Технологии работы в малых группах Технология коллективной работы Информационно-коммуникационные технологии

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Оценочные процедуры текущего контроля успеваемости по дисциплине «Динамический анализ технологических систем» проводятся преподавателем дисциплины.

Для оценки текущего контроля **знаний** используются тесты, сформированные в системе MOODLE.

Тесты по разделам 1-2 содержат по 5 тестовых вопросов, время на проведение тестирования 10 минут. На каждый тестдается 2 попытки.

Для оценки текущего контроля **умений и навыков** проводятся практические занятия в форме выполнения заданий. При выполнении практического задания преподавателем оценивается качество выполненного задания, срок его выполнения, качество и срок оформления отчета, ответы на вопросы преподавателя.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1.

Студент допускается к промежуточной аттестации (экзамену/ зачету с оценкой), если в результате изучения разделов дисциплины в ходе текущего контроля ответил верно на 60% вопросов тестов и предоставил отчеты по всем практическим работам и РГР.

Билет для промежуточной аттестации содержит 2 теоретических вопроса и практическое задание, время на подготовку ответов и решение задания - 45 минут. Промежуточная аттестация считается пройденной, если студент набрал не менее 3 баллов.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2.

Таблица 5.1 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания		Форма контроля
			1 балл	0 баллов	
ОПК-1. Способен формулировать цели и задачи исследования в области конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки исследований	ОПК-1.3. Владеет методиками анализа и реализует их применительно к ТС	Знать компоновки, критерии работоспособности и принципы функционирования современного оборудования, тенденции его развития; компьютерные технологии, программные продукты, численные методы и виды динамического анализа, используемые при проектировании деталей, узлов и подсистем современного оборудования и технологических систем	Верно выполнено 60 процентов и более вопросов каждого теста*	Верно выполнено менее 60 процентов вопросов каждого теста	Тестирование по разделам дисциплины в СДО MOODLE
		Уметь анализировать конструкции и компоновки современного оборудования применять различные виды динамического анализа при проектировании деталей, узлов и подсистем современного оборудования и технологических систем	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения практических заданий ПЗ №№1-8 (см. табл. 4.2)
		Владеть навыками анализа конструкций, компоновок современного оборудования численными методами динамического анализа для проведения расчетов, моделирования и конструирования современного оборудования и технологических систем; навыками выполнения динамических расчетов деталей, узлов и подсистем современного оборудования	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения практических заданий ПЗ №№1-8 (см. табл. 4.2)
ОПК-3. Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности	ОПК-3.2. Реализует компьютерные технологии в научных исследованиях и производстве				

*) за каждый тест назначается по 1 баллу;

**) за каждое практическое занятие назначается по 1 баллу.

Таблица 5.2 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (зачет с оценкой)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания			Форма контроля
			2 балла	1 балл	0 баллов	
ОПК-1. Способен формулировать цели и задачи исследования в области конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки исследований	ОПК-1.3. Владеет методиками анализа и реализует их применительно к ТС	Знать компоновки, критерии работоспособности и принципы функционирования современного оборудования, тенденции его развития; компьютерные технологии, программные продукты, численные методы и виды динамического анализа, используемые при проектировании деталей, узлов и подсистем современного оборудования и технологических систем	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на теоретический вопрос билета
		Уметь анализировать конструкции и компоновки современного оборудования применять различные виды динамического анализа при проектировании деталей, узлов и подсистем современного оборудования и технологических систем	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на дополнительные вопросы
ОПК-3. Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности	ОПК-3.2. Реализует компьютерные технологии в научных исследованиях и производстве		Задание решено верно	Задание решено с ошибками	Задание не решено	Решение задач билета

Таблица 5.3 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию

Баллы за текущую успеваемость*	Баллы за промежуточную аттестацию		Оценка
	Суммарное количество баллов**	Баллы за решение задач**	
0 баллов	0...2 баллов	0 баллов	«неудовлетворительно»
8 баллов	3 балла	не менее 1 балла	«удовлетворительно»
8 баллов	4...5 баллов	не менее 2 баллов	«хорошо»
8 баллов	6 баллов	не менее 2 баллов	«отлично»

*) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.1.;

**) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.2.

5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины

5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний и умений студентов по дисциплине проводится комплексная оценка, включающая:

- выполнение практических заданий, оформление отчетов по практическим занятиям;
- тестирование в СДО MOODLE по различным разделам дисциплины.

Типовые тестовые задания для текущего контроля

Как повысить кинематическую точность станка?

- А) установкой редуктора;
- Б) повышением точности элементов кинематической цепи;
- В) повышением геометрической точности станка;
- Г) повышением жесткости элементов несущей системы станка.

Материал ходового винта шариковой винтовой передачи – это:

- А) азотируемая сталь;
- Б) инструментальная сталь;
- В) твердый сплав;
- Г) чугун.

К разновидностям динамических расчетов не относится:

- А) прочностной расчет;
- Б) модальный расчет;
- В) гармонический расчет;
- Г) нестационарный расчет;
- Д) спектральный расчет.

Какие аспекты не исследуют при динамических расчетах:

- А) свободные колебания;
- Б) вынужденные колебания;
- В) случайные колебания;
- Г) ударные нагрузки;
- Д) постоянные во времени нагрузки.

К динамическому расчету привода станка относится:

- А) прочностной анализ;
- Б) модальный анализ;
- В) электромагнитный анализ;
- Г) статический анализ.

Типовые задания для практических занятий

Практическая работа №1. Исследование вибрационных характеристик вращающегося маховика.

Задание. Подготовить модель для исследования вибрационных характеристик вращающегося маховика. Запустить на расчет и проанализировать полученные результаты.

Практическая работа №2 Модальный анализ.

Задание. Выполнить модальный анализ двух деталей. Проанализировать полученные результаты.

Практическая работа №3 Гармонический анализ.

Задание. Выполнить гармонический анализ детали. Проанализировать полученные результаты.

5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

1. Влияние процессов резания и трения на устойчивость динамической системы станка.
2. Автоколебания в металлообрабатывающих станках. Основные факторы, влияющие на автоколебания. Частотный метод анализа.
3. Критическая частота вращения вала на упругих опорах.
4. Критическая частота вращения вала с учетом эксцентрикитета массы. Балансировка валов.
5. Динамические нагрузки в приводе станка при переходных процессах.
6. Расчет динамических характеристик привода станка с поступательным перемещением масс.
7. Усилия давления станка на фундамент. Виброизоляция станков.
8. Расчет динамических характеристик привода станка с вращательным движением масс.
9. Виброизоляция станков. Определение действия периодической возмущающей силы в станке на фундамент.
10. Расчет вынужденных колебаний станка без учета демпфирования.
11. Расчет вынужденных колебаний станка с учетом демпфирования.
12. Свободные и вынужденные колебания. Резонанс.
13. Динамическая модель станка для решения ее методом конечных элементов.
14. Представление упругой системы станка с учетом основных факторов воздействия и ее анализ.
15. Определение предельной ширины резания из условий динамического расчета.
16. Динамическая система станка и ее идеализация.
17. Критическая частота вращения вала на упругих опорах.
18. Статические и динамические характеристики динамической системы станка и их расчет.
19. Поперечные колебания шпинделя.
20. АФЧХ эквивалентной упругой системы станка. Частотный метод анализа.
21. Критическая частота вращения вала. Понятия «короткий» и «длинный» вал.
22. Идеализированная и реальная динамические системы станка.
23. Вибrouстойчивость шпиндельных узлов. Графический метод расчета критической частоты вращения шпинделя.
24. Модальный анализ. Теория, назначение, область применения.
25. Гармонический анализ. Теория, назначение, область применения.
26. Контакты, используемые в динамических расчетах в среде ANSYS.
27. Входные данные для модального и гармонического расчетов.
28. Основные этапы выполнения динамического анализа.
29. Геометрия для динамических расчетов. Способы создания и особенности.
30. Способы создания конечно-элементной сетки. Требования к геометрии.
31. Наложение связей и ограничений на модель.
32. Просмотр результатов динамического анализа.
33. Абсолютно твёрдые тела. Назначение и применение.

Задачи к экзамену

Задача 1

Выполнить модальный анализ пластины с отверстием. Проанализировать полученные результаты. Сделать выводы.

Задача 2

Выполнить гармонический анализ пластины с отверстием. Проанализировать полученные результаты. Сделать выводы.

Задача 3

Выполнить нестационарный анализ пластины с отверстием. Проанализировать полученные результаты. Сделать выводы.

Задача 4

Выполнить модальный анализ шпиндельного узла. Проанализировать полученные результаты. Сделать выводы.

Задача 5

Выполнить гармонический анализ шпиндельного узла. Проанализировать полученные результаты. Сделать выводы.

Задача 6

Выполнить нестационарный анализ шпиндельного узла. Проанализировать полученные результаты. Сделать выводы.

Задача 7

Выполнить модальный анализ узла "магазин". Проанализировать полученные результаты. Сделать выводы.

Задача 8

Выполнить гармонический анализ узла "магазин". Проанализировать полученные результаты. Сделать выводы.

Задача 9

Выполнить нестационарный анализ узла "магазин". Проанализировать полученные результаты. Сделать выводы.

Задача 10

Выполнить модальный анализ длинного вала. Проанализировать полученные результаты. Сделать выводы.

Задача 11

Выполнить гармонический анализ длинного вала. Проанализировать полученные результаты. Сделать выводы.

Задача 12

Выполнить нестационарный анализ длинного вала. Проанализировать полученные результаты. Сделать выводы.

Задача 13

Выполнить модальный анализ узла "рука". Проанализировать полученные результаты. Сделать выводы.

Задача 14

Выполнить гармонический анализ узла "рука". Проанализировать полученные результаты. Сделать выводы.

Задача 15

Выполнить нестационарный анализ узла "рука". Проанализировать полученные результаты.
Сделать выводы.

5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине

Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине «Численное моделирование процессов резания» состоит из следующих этапов:

1. Текущий контроль (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1, задания в п. 5.2.1).

2. Промежуточная аттестация (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2, задания в п. 5.2.2).

Для элементов компетенций ОПК-2 и ПКС-3, формируемых в рамках дисциплины, приводится процедура оценки результатов обучения (табл. 5.3).

Таблицы 5.4 – Процедура, критерии и методы оценивания результатов обучения

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов				Методы оценивания	
	1 критерий – отсутствие усвоения «неудовлетворительно»	2 критерий – не полное усвоение «удовлетворительно»	3 критерий – хорошее усвоение «хорошо»	4 критерий – отличное усвоение «отлично»		
ОПК-1						
ОПК-1.3						
Знать: компоновки, критерии работоспособности и принципы функционирования современного оборудования, тенденции его развития	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Тестирование Промежуточная аттестация	
Уметь: анализировать конструкции и компоновки современного оборудования	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Промежуточная аттестация	
Владеть: навыками анализа конструкций, компоновок современного оборудования	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Промежуточная аттестация	
ОПК-3						
ОПК-3.2.						
Знать: компьютерные технологии, программные продукты, численные методы и виды динамического анализа, используемые при проектировании деталей, узлов и подсистем современного оборудования и технологических систем	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Тестирование Промежуточная аттестация	
Уметь: применять различные виды динамического анализа при проектировании деталей, узлов и подсистем современного оборудования и технологических систем	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение ПЗ Промежуточная аттестация	
Владеть: численными методами динамического анализа для проведения расчетов, моделирования и конструирования современного оборудования и технологических систем; навыками выполнения динамических расчетов деталей, узлов и подсистем современного оборудования	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение ПЗ	

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

6.1.1 **Чепчуро́в М. С.** Оборудование с ЧПУ машиностроительного производства и программная обработка : учебное пособие / М. С. Чепчуро́в, Е. М. Жуко́в. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2015. — 190 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/66667.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6.1.2 **Аверченко́в В.И.** Станки с ЧПУ в машиностроительном производстве. Часть 1 : учебное пособие для вузов / В. И. Аверченко́в, А. А. Жолобо́в, Ж. А. Мро́чек [и др.]. — Брянск : Брянский государственный технический университет, 2012. — 216 с. — ISBN 978-5-89838-539-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/7009.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6.1.3 **Зубенко́ В. Л.** Системы управления станков с ЧПУ : учебное пособие / В. Л. Зубенко, Н. В. Емельянов. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2016. — 204 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/90916.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6.1.4 **Басо́в К. А.** Графический интерфейс комплекса ANSYS / К. А. Басо́в. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2019. — 239 с. — ISBN 978-5-4488-0061-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/87991.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6.2 Дополнительная литература

6.2.1 **Каменев С. В.** Инженерный анализ шпиндельных узлов с использованием программного комплекса «ANSYS» : методические указания к дипломному проектированию / С. В. Каменев. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2006. — 78 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/50090.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6.2.2 **Кравцо́в А. Г.** Современные многофункциональные и многоцелевые металлорежущие станки с ЧПУ и обеспечение точности и стабильности реализации на них технологических процессов : учебное пособие / А. Г. Кравцо́в, А. А. Сереги́н, А. И. Сердю́к. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 114 с. — ISBN 978-5-7410-1881-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/78837.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6.2.3 **Басо́в К. А.** ANSYS : справочник пользователя / К. А. Басо́в. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2019. — 640 с. — ISBN 978-5-4488-0064-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/87978.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6.2.4 **Шаманин А. Ю.** Расчеты конструкций методом конечных элементов в ANSYS : методические рекомендации / А. Ю. Шаманин. — Москва : Московская государственная академия водного транспорта, 2012. — 72 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/47951.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы

7.1.1 Электронно-библиотечная система издательства «IPRbooks». Режим доступа: www.iprbookshop.ru.

7.1.2 Электронно-библиотечная система издательства «Лань». Режим доступа:

<https://e.lanbook.com>

7.1.3 Сайт компании «ANSYS». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ansys.com>

7.1.4 Сайт компании «Cadfem-cis». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cadfem-cis.ru>

7.1.5 Сайт компании «КАЕ Эксперт». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cae-expert.ru>

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

7.2.1 ANSYS v.15.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 8.1 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 8.1 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине (модулю), оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 9.1 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду АПИ НГТУ.

Таблица 9.1 – Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы
112 - Лаборатория "Систем автоматизированного проектирования" г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	13 компьютеров с установленным программным обеспечением: Electronics Workbench. Мультимедийный проектор. Экран для проектора.
234 - Лаборатория "Лаборатория компьютерной графики" г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	Рабочих мест - 12. Доска маркерная. Персональный компьютер в сборе Intel(R)Core(TM)i3-9100F CPU. - 13 штук.
110 - Лаборатория "Моделирование процессов и объектов" г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	Мультимедийный проектор; Компьютеры РС - 10шт; Расчетная станция - 1 шт. Посадочных мест - 10.
316 - Кабинет самоподготовки студентов г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	рабочих мест студента – 26 шт; ПК, с выходом на телевизор LG - 1 шт. ПК с подключением к интернету -5шт.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа проводится в аудиторной и внеаудиторной форме, а также в электронной информационно-образовательной среде института (далее – ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

При преподавании дисциплины, используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса, а также материалы для практических занятий находятся в свободном доступе в системе MOODLE и могут быть проработаны студентами до чтения лекций в ходе самостоятельной работы. Это дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, дискуссионные технологии, технологии работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий, таких как форум, чат, внутренняя электронная почта СДО MOODLE.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента.

Для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенции в процессе текущего контроля применяется система контроля и оценки успеваемости студентов, представленная в табл. 5.1. Промежуточная аттестация проводится с использованием системы контроля и оценки успеваемости студентов, представленной в табл. 5.2.

10.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (см. табл. 4.1, 4.2). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложных и важных положениях изучаемого материала. Материалы лекций являются основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Не предусмотрено УП.

10.4 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Практические (семинарские) занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков в рамках материала дисциплины.

Приводятся конкретные методические указания для обучающихся по выполнению работ, требования к их оформлению, порядок сдачи.

10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

В процессе самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение основной учебной и справочно-библиографической литературы, представленной в разделе 6.

Для выполнения самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут использовать специализированные аудитории (см. табл. 9.1), оборудование которых обеспечивает доступ через «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде института и электронной библиотечной системе, где располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

10.6. Методические указания для выполнения РГР

Приводятся конкретные методические указания для обучающихся по выполнению расчетно-графической работы, требования к ее оформлению, порядок сдачи.

10.7. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы

Не предусмотрено УП.

10.8 Методические указания по обеспечению образовательного процесса

1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный

адрес:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_auditorii.PDF.

2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_srs.PDF.

3. Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf.

4. Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf.

**Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины
на 20____/20____ уч. г.**

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:
Глебов В.В.
«____» 20____ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1)
- 2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол от _____ № _____.
Заведующий кафедрой _____
(подпись) _____ (ФИО)

Утверждено УМК АПИ НГТУ, протокол от _____ № _____.
Зам. директора по УР _____ Шурыгин А.Ю.
(подпись)

Согласовано:

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.
(подпись)

(в случае, если изменения касаются литературы):

Заведующая отделом библиотеки _____ Старостина О.Н.
(подпись)