

**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.13 Конечно-элементное моделирование процессов и 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: 144 /4 з.е. \_\_\_\_\_  
(часов/з.е)

Промежуточная аттестация: экзамен \_\_\_\_\_  
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Выпускающая кафедра: Технология машиностроения \_\_\_\_\_  
(наименование кафедры)

Кафедра-разработчик: Технология машиностроения \_\_\_\_\_  
(наименование кафедры)

Разработчик(и): Кангин М.В., к.т.н., доцент \_\_\_\_\_  
(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 № 15.04.05-13

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) .....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	7
4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам.....	7
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам .....	7
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	11
5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	11
5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	15
5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости.....	15
5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине .....	16
5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине .....	18
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	22
6.1 Учебная литература.....	22
6.2 Справочно-библиографическая литература.....	22
6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	22
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	22
7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы .....	22
7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины.....	23
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....	23
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) .....	23
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)...	25
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии .....	25
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа.....	25
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах .....	25
10.4 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа.....	26
10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	26
10.6. Методические указания для выполнения РГР .....	26
10.7. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы .....	26
10.8 Методические указания по обеспечению образовательного процесса .....	27

# **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

## **1.1. Цель освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины «Конечно-элементное моделирование процессов и систем» является овладение навыками решения различного рода профессиональных задач, связанных с моделированием продукции и объектов машиностроительных производств с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования.

## **1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)**

- моделирование продукции и объектов машиностроительных производств с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;
- проведение, динамических и тепловых расчетов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования.

# **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина «Конечно-элементное моделирование процессов и систем» включена в перечень дисциплин обязательной части (части, формируемой участниками образовательных отношений), определяющих направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Численное моделирование процессов резания».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины необходимы при выполнении научно-исследовательской работы и при подготовке выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Конечно-элементное моделирование процессов и 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 «Конечно-элементное моделирование процессов и систем» направлен на формирование элементов профессиональных компетенций ОПК-2 и ОПК-5 в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 15.03.05 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 бакалавра / магистра							
1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>ОПК-2</b>								
Методология научных исследований в машиностроении								
Математическое моделирование в машиностроении								
Конечно-элементное моделирование процессов и систем								
Численное моделирование процессов резания								
Теория планирования эксперимента								
Имитационное моделирование производственных систем								
Научно-исследовательская работа								

Подготовка к процедуре защиты и и защита ВКР								
<b>ОПК-5</b>								
Программирование обработки на станках с ЧПУ								
Конечно-элементное моделирование процессов и систем								
Подготовка к процедуре защиты и и защита ВКР								

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Конечно-элементное моделирование процессов и 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-2. Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Имеет представление о современных методах моделирования процессов и систем в машиностроении	<p>Знать: Жизненный цикл изделий машиностроительных производств; назначение и функциональные возможности информационных систем и технологий автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства</p> <p>Уметь: самостоятельно выполнять работы по моделированию изделий и объектов машиностроительных производств с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования</p> <p>Владеть: навыками решения профессиональных задач, связанных с моделированием изделий и объектов машиностроительных производств</p>
ОПК-5 Способен организовывать и осуществлять профессиональную подготовку по образовательным программам в области машиностроения	ОПК-5.1. Представляет целевые ориентиры, связанные с подготовкой магистров, способных решать профессиональные задачи на высоком профессиональном уровне, требования работодателей, международных стандартов в профессиональной области	<p>Знать: информационные системы и эффективные технологии автоматизации жизненного цикла изделия.</p> <p>Уметь: комбинировать расчетные средства механики деформируемого твердого тела с лучшими решениями для других дисциплин в рамках решения самых сложных задач в различных отраслях промышленности.</p> <p>Владеть: методиками использования автоматизированных систем технологической подготовки производства для моделирования любых прочностных аспектов.</p>
	ОПК-5.2. Формулирует требования к уровню и комплектации материально-технической базы, прикладного программного обеспечения для реализации профессиональной подготовки	<p>Знать: базовые процедуры проведения научных экспериментов с помощью конечно-элементного анализа; глобальные</p> <p>Уметь: выполнять этапы разработки теоретических моделей, позволяющих исследовать качество выпускаемых изделий машиностроительных производств.</p> <p>Владеть: способностью проводить эксперименты: линейные и нелинейные прочностные расчеты динамические расчеты в частотной области, динамические расчеты во временной области, тепловые расчеты.</p>

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. ед. или 144 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	
		2 семестр/ 3 семестр	№ семестра
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
<b>Общая трудоемкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144/144</b>	<b>144/144</b>	
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>65/25</b>	<b>65/25</b>	
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>58/18</b>	<b>58/18</b>	
занятия лекционного типа (Л)	10/-	10/-	
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	32/6	32/6	
лабораторные работы (ЛР)	16/12	16/12	
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>7/7</b>	<b>7/7</b>	
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)			
текущий контроль, консультации по дисциплине	5/5	5/5	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2/2	2/2	
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>79/65</b>	<b>79/65</b>	
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	18/18	18/18	
контрольная работа			
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
самостоятельный изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	25/65	25/65	
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/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	Практические занятия			
<b>5 семестр/10 семестр</b>							
ОПК-2. ОПК-2.1. ОПК-5. ОПК-5.1. ОПК-5.2.	<b>Раздел 1. Статический прочностной анализ в Ansys Mechanical</b> Тема 1.1 Введение Тема 1.2 Подготовка расчетных моделей Тема 1.3 Статический прочностной анализ Тема 1.3 Постпроцессор Тема 1.3 Настройки сеточного генератора Тема 1.3 Границные условия и связи  Лабораторная работа №1. Конечно-элементный статический прочностной анализ детали в Ansys Mechanical Лабораторная работа №2. Настройка создания конечно-элементной сетки в Ansys Mechanical	8/-			5/15	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]	
			4/4		5/20	Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям	
			4/-				

	Лабораторная работа №3. Конечно-элементный статический прочностной анализ сборочной единицы в Ansys Mechanical Лабораторная работа №4. Использование удаленных граничных условий в Ansys Mechanical Практическая работа №1. Использование уравнений связи в Ansys Mechanical Практическая работа №2. Моделирование связей в Ansys Mechanical. Контакты Практическая работа №3. Моделирование связей в Ansys Mechanical . Шарниры Практическая работа №4. Оценка качества конечно-элементной модели в Ansys Mechanical Практическая работа №5. Многошаговый расчет в Ansys Mechanical		4/4 4/4 4/- 4/- 4/- 4/- 4/-			[6.1.2], [6.2.1]
	<b>Итого по 1 разделу</b>	<b>8/-</b>	<b>16/12</b>	<b>20/-</b>	<b>20/35</b>	
	<b>Раздел 2. Модальный, тепловой и многошаговый анализ в Ansys Mechanical</b>					
	Тема 2.1. Модальный, тепловой и многошаговый анализ Тема 2.2. Линейный анализ устойчивости и субмоделирование	2/-		5/15	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]	
	Практическая работа №6. Анализ свободных колебаний конструкции в Ansys Mechanical Практическая работа №7. Тепловой стационарный расчет в Ansys Mechanical Практическая работа №8. Использование Workbench parameter workspace для установки нескольких сценариев исследования прочности		4/3 4/3 4/-	10/15	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.2.1]	
	<b>Итого по 3 разделу</b>	<b>2/-</b>		<b>12/6</b>	<b>25/30</b>	

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 «Конечно-элементное моделирование процессов и систем» проводятся преподавателем дисциплины.

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

Тесты по разделам 1-2 содержат по 15 тестовых вопросов, время на проведение тестирования 15 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), если в результате изучения разделов дисциплины в ходе текущего контроля **ответил верно на 60% вопросов тестов и представил отчеты по всем практическим работам**.

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.

Итоговая оценка по дисциплине формируется по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (таблица 5.3).

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	
О П К - 2 . Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Имеет представление о современных методах моделирования процессов и систем в машиностроении	Знать: Жизненный цикл изделий машиностроительных производств; назначение и функциональные возможности информационных систем и технологий автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства	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: самостоятельно выполнять работы по моделированию изделий и объектов машиностроительных производств с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования	Лабораторные работы выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Лабораторные работы не выполнены и не оформлены	
		Владеть: навыками решения профессиональных задач, связанных с моделированием изделий и объектов машиностроительных производств	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	
О П К - 5 Способен организовывать и осуществлять профессиональную подготовку по образовательным программам в области машиностроения	ОПК-5.1. Представляет целевые ориентиры, связанные с подготовкой магистров, способных решать профессиональные задачи на высоком профессиональном уровне, требования работодателей, международных стандартов в профессиональной области	Знать: информационные системы и эффективные технологии автоматизации жизненного цикла изделия.	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: комбинировать расчетные средства механики деформируемого твердого тела с лучшими решениями для других дисциплин в рамках решения самых сложных задач в различных отраслях промышленности.	Лабораторные работы выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Лабораторные работы не выполнены и не оформлены	
		Владеть: методиками использования автоматизированных систем технологической подготовки производства для моделирования любых прочностных аспектов.	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	



	ОПК-5.2. Формулирует требования к уровню и комплектации материально-технической базы, прикладного программного обеспечения для реализации профессиональной подготовки	Знать: базовые процедуры проведения научных экспериментов с помощью конечно-элементного анализа; глобальные	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: выполнять этапы разработки теоретических моделей, позволяющих исследовать качество выпускаемых изделий машиностроительных производств.	Лабораторные работы выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Лабораторные работы не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения лабораторных работ №№3-4 (см. табл. 4.2)
		Владеть: способностью проводить эксперименты: линейные и нелинейные прочностные расчеты динамические расчеты в частотной области, динамические расчеты во временной области, тепловые расчеты.	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения практических работ №№5-8 (см. табл. 4.2)

\*) 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 (экзамен)

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-2. Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Имеет представление о современных методах моделирования процессов и систем в машиностроении	Знать: Жизненный цикл изделий машиностроительных производств; назначение и функциональные возможности информационных систем и технологий автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на теоретический вопрос билета
		Уметь: самостоятельно выполнять работы по моделированию изделий и объектов машиностроительных производств с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на дополнительные вопросы
		Владеть: навыками решения профессиональных задач, связанных с моделированием изделий и объектов машиностроительных производств с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования	Задание решено верно	Задание решено с ошибками	Задание не решено	Решение задач билета
ОПК-5 Способен организовывать и осуществлять профессиональную подготовку по образовательным программам	ОПК-5.1. Представляет целевые ориентиры, связанные с подготовкой магистров, способных решать профессиональные	Знать: информационные системы и эффективные технологии автоматизации жизненного цикла изделия.	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на теоретический вопрос билета
		Уметь: комбинировать расчетные	Пред-	Пред-	Ответ на	Ответ

мам в области машиностроения	задачи на высоком профессиональном уровне, требования работодателей, международных стандартов в профессиональной области	средства механики деформируемого твердого тела с лучшими решениями для других дисциплин в рамках решения самых сложных задач в различных отраслях промышленности.	ставлен развернутый ответ на вопрос	ставлен не полный ответ на вопрос	вопрос отсутствует	на дополнительные вопросы
	ОПК-5.2. Формулирует требования к уровню и комплектации материально-технической базы, прикладного программного обеспечения для реализации профессиональной подготовки	Владеть: методиками использования автоматизированных систем технологической подготовки производства для моделирования любых прочностных аспектов.	Задание решено верно	Задание решено с ошибками	Задание не решено	Решение задач билета
		Знать: базовые процедуры проведения научных экспериментов с помощью конечно-элементного анализа; глобальные	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на теоретический вопрос 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»
13 баллов	3 балла	не менее 1 балла	«удовлетворительно»
13 баллов	4...5 баллов	не менее 2 баллов	«хорошо»
13 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

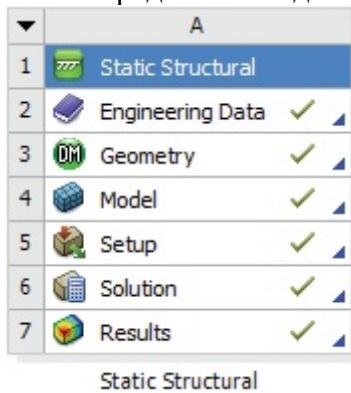
Для текущего контроля знаний и умений студентов по дисциплине проводится комплексная оценка, включающая:

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

## Типовые тестовые задания для текущего контроля

### Раздел 1. Статический прочностной анализ в Ansys Mechanical

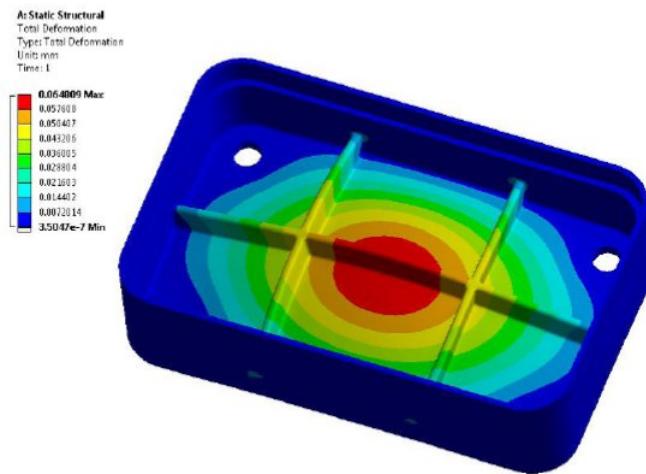
Расчетный модуль Static Structural программного комплекса ANSYS предназначен для:



- 1) Решения задач анализа напряженно-деформированного состояния конструкций на основе решения уравнений равновесия;
- 2) Решения задач анализа установившегося температурного поля на основе решения стационарного уравнения теплопроводности;
- 3) Решения задач вычислительной гидро- и газодинамики.

### Раздел 2. Модальный, тепловой и многошаговый анализ в Ansys Mechanical

На рисунке показан следующий результат анализа напряженно-деформированного состояния конструкций:

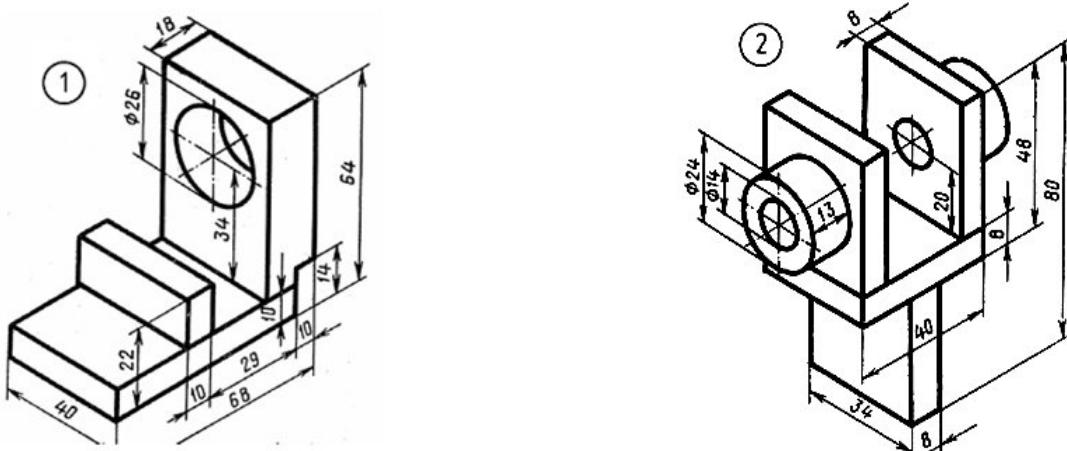


- 1) Эпюры распределения коэффициента запаса прочности конструкции;
- 2) Эпюры распределения прогибов конструкции;
- 3) Эпюры распределения напряжений конструкции.

### Типовые задания для лабораторных работ

Лабораторная работа №1. Конечно-элементный статический прочностной анализ детали

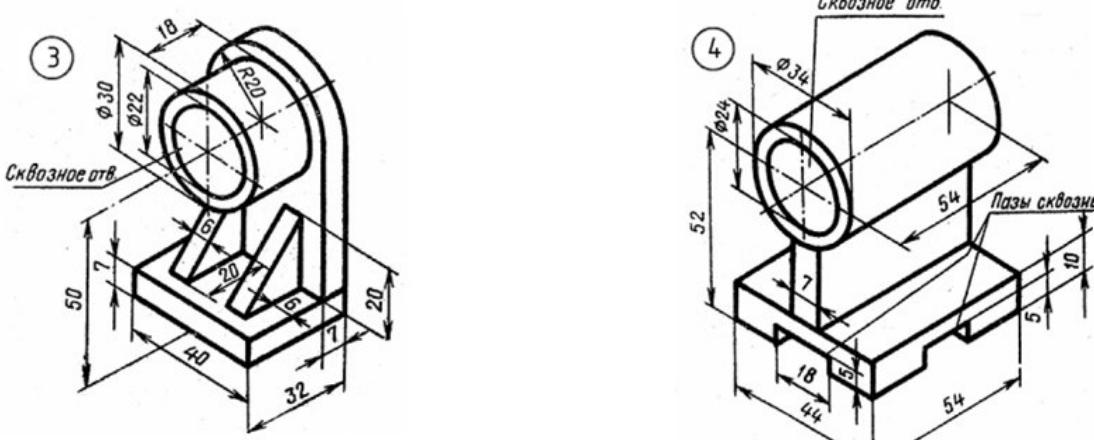
Задание. Выполнить, конечно-элементный, статический прочностной анализ детали. Материал детали - сталь 10, фиксация - по нижней грани, нагрузка на нижнюю половину сквозного отверстия - 2500 Н.



## Типовые задания для практических занятий

Практическая работа №6. Свободные колебания рамы

Задание. Выполнить, конечно-элементный, анализ собственных частот детали. Материал детали - сталь 10, фиксация - по нижней грани, нагрузка на нижнюю половину сквозного отверстия - 2500 Н.



## Типовые задания для расчетно-графической работы

Задание: выполнить конечно- элементный статический прочностной анализ детали «Кронштейн». Материал детали – алюминиевый сплав, фиксация – по боковой плоскости и четырем отверстиям, нагрузка на верхнюю плоскость – 2000Н.

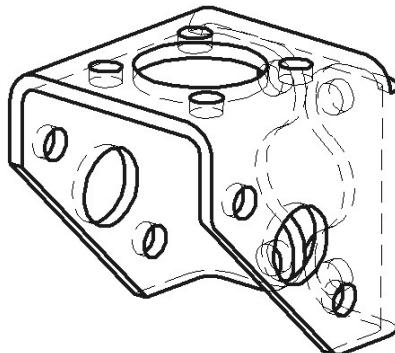


Рисунок – Изображение детали «Кронштейн»

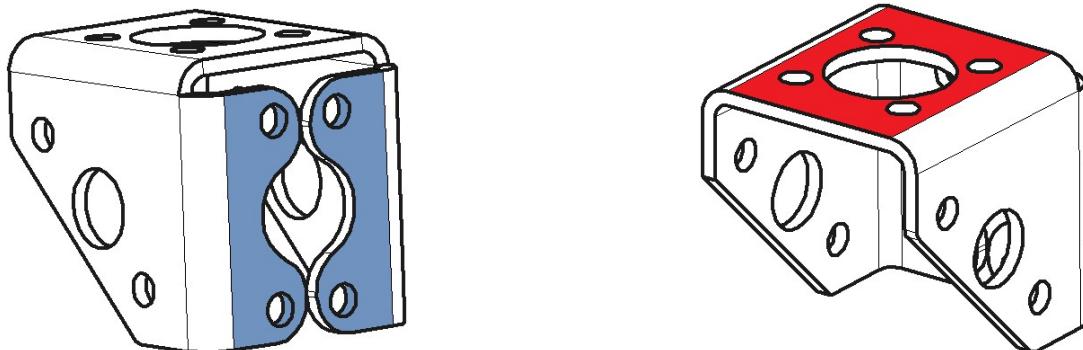


Рисунок – Поверхности нагружения и фиксации детали «Кронштейн»

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

#### Перечень вопросов для подготовки к экзамену

- 1) Объясните назначение компонентов пользовательского интерфейса ANSYS Mechanical.
- 2) Объясните типовую последовательность проведения конечно-элементного анализа в ANSYS Mechanical.
- 3) Объясните состав дерева проекта и таблицы свойств в ANSYS Mechanical.

4) Объясните, как определить свойства материалов, для всех расчетных систем проекта, с помощью приложения Engineering Data.

5) Объясните как прикладываются нагрузки и граничные условий к геометрическим элементам модели в ANSYS Mechanical.

6) Объясните тип и порядок элементов сеточного генератора ANSYS Meshing.

7) Объясните опции глобальной настройки сетки ANSYS Meshing.

8) Объясните методы КЭМ (Method Control) при локальной настройке сетки в ANSYS Meshing.

9) Объясните настройки размера (Sizing Control) при локальной настройке сетки в ANSYS Meshing.

10) Объясните настройки размера в области контакта (Contact Sizing Control) при локальной настройке сетки в ANSYS Meshing.

11) Объясните управление улучшением (Refinement Control) при локальной настройке сетки в ANSYS Meshing.

12) Объясните создание упорядоченной поверхностной сетки (Mapped Face Meshing) при локальной настройке сетки в ANSYS Meshing.

13) Объясните контроль совпадений (Match Control) при локальной настройке сетки в ANSYS Meshing.

14) Объясните создание пограничного слоя (Inflation Control) при локальной настройке сетки в ANSYS Meshing.

15) Объясните настройки искажения (Pinch Control) при локальной настройке сетки в ANSYS Meshing.

16) Объясните характер жесткости тел в ANSYS Mechanical: "rigid" (абсолютно твердое тело) и "flexible" (деформируемое).

17) Объясните как в ANSYS Mechanical для моделирования непрорисованных деталей конструкции используют точечную массу.

18) Объясните назначение и особенности использования, в ANSYS Mechanical, следующих поверхностных контактных элементов (контактов): «Bonded», «No Separation», «Frictionless», «Rough» и «Frictional».

19) Объясните назначение и параметры таблицы «Установки расчета» «Analysis Settings».

20) Объясните параметры и особенности использования следующих видов нагрузок: «ускорение» – Acceleration, «гравитация» – Standard Earth Gravity, «угловая скорость» – Rotational Velocity, «давление» – Pressure, «сила» – Force, «гидростатическое давление» – Hydrostatic Pressure, «нагрузка от подшипника (сила)» – Bearing Load, «Момент» – Moment, «удаленная сила» – Remote Force, «предзатяжка болта» – Bolt Pretension, «давление по линии» – Line Pressure, «тепловые нагрузки».

21) Объясните параметры и особенности использования следующих видов граничных условий: «неподвижная заделка» – Fixed Support, «перемещение» – Displacement, «эластичное» – Elastic Support, «без трения» – Frictionless Support, «цилиндрическая поддержка» – Cylindrical Support, «только сжатие» – Compression Only Support, «простая опора» – Simply Supported, «остановленное вращение» – Fixed Rotation.

22) Объясните назначение и особенности использования, в ANSYS Mechanical пилотных узлов.

23) Объясните настройки поведения пилотных узлов.

24) Объясните настройки области определения пилотных узлов.

25) Объясните обобщение пилотных узлов.

26) Объясните назначение и особенности использования, в ANSYS Mechanical уравнений связи.

27) Объясните опции отображения уравнений связи, сгенерированных удаленными граничными условиями.

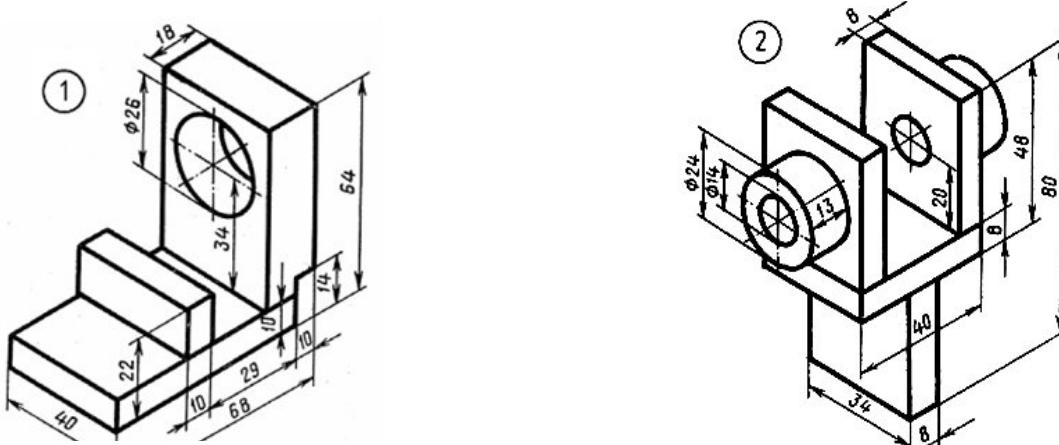
28) Объясните назначение и особенности использования контактных элементов в ANSYS Mechanical.

29) Объясните назначение и особенности частей контактной пары: контактной поверхности (contact surface) и ответной поверхности (target surface).

- 30) Объясните особенности настройки контактной пары.  
 31) Объясните результаты контактной задачи.  
 32) Объясните особенности слияния узлов сетки.  
 33) Объясните назначение и особенности использования 9 типов шарниров в ANSYS Mechanical.  
 34) Объясните системы координат шарниров.  
 35) Объясните особенности конфигурации шарниров.  
 36) Объясните опции Stop и Lock шарниров.  
 37) Объясните возможности оценки потенциальных ошибок, вызванных плохим качеством сетки.  
 38) Объясните назначение и особенности использования «Истории сходимости» (Convergence history) показывающей тенденцию зависимости получаемых результатов от плотности сетки на каждом шаге уплотнения.  
 39) Объясните, ситуации, в которых возможно возникновение сингулярности напряжений.  
 40) Объясните назначение и особенности использования многошаговых расчетов.  
 41) Объясните особенности настройки многошагового расчета.  
 42) Объясните особенности установки многошагового расчета.  
 43) Объясните особенности задания нагрузок при многошаговом расчете.  
 44) Объясните особенности просмотра результатов при многошаговом расчете.  
 45) Объясните особенности использования и настройки комбинированных результатов.  
 46) Объясните назначение анализа свободных колебаний конструкций.  
 47) Объясните особенности геометрии при анализе свободных колебаний конструкций.  
 48) Объясните особенности контактов при анализе свободных колебаний конструкций.  
 49) Объясните настройки расчета при анализе свободных колебаний конструкций.  
 50) Объясните назначение теплового стационарного расчета в ANSYS Mechanical.  
 51) Объясните особенности настройки теплового контакта при тепловом стационарном расчете в ANSYS Mechanical.  
 52) Объясните особенности задания тепловых граничных условий при тепловом стационарном расчете в ANSYS Mechanical.  
 53) Объясните особенности настройки решения тепловом стационарном расчете в ANSYS Mechanical.  
 54) Объясните результаты теплового стационарного расчета в ANSYS Mechanical.  
 55) Объясните определение параметров в Workbench.  
 56) Объясните использование приложения Parameter Workspace для управления параметрическими данными из расчетных и геометрических источников.

### **Перечень заданий для подготовки к экзамену**

Задача 1. Выполнить, конечно-элементный, анализ усталостной прочности детали. Материал детали - сталь 10, фиксация - по нижней грани, нагрузка на нижнюю половину сквозного отверстия - 2500 Н.



### **5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине**

Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине «Конечно-элементное моделирование процессов и систем» 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 компетенции ОПК -2 и ОПК -5, 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»	
<b>ОПК-2. ОПК-2.1.</b>					
Знать: Жизненный цикл изделий машиностроительных производств; назначение и функциональные возможности информационных систем и технологий автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства	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: самостоятельно выполнять работы по моделированию изделий и объектов машиностроительных производств с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение ПЗ, ЛБ Промежуточная аттестация
Владеть: навыками решения профессиональных задач, связанных с моделированием изделий и объектов машиностроительных производств	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение ПЗ, ЛБ
<b>ОПК-5. ОПК-5.1</b>					
Знать: Жизненный цикл изделий машиностроительных производств; назначение и функциональные возможности информационных систем и технологий ав-	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

томатизации конструкторско-технологической подготовки производства					
Уметь: комбинировать расчетные средства механики деформируемого твердого тела с лучшими решениями для других дисциплин в рамках решения самых сложных задач в различных отраслях промышленности.	Не демонстрирует умения	Не уверенno демонстрирует умения	Достаточно уверенno демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение ПЗ, ЛБ Промежуточная аттестация
Владеть: методиками использования автоматизированных систем технологической подготовки производства для моделирования любых прочностных аспектов.	Не демонстрирует навыки	Не уверенno демонстрирует навыки	Достаточно уверенno демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение ПЗ, ЛБ Промежуточная аттестация
<b>ОПК-5. ОПК-5.2</b>					
Знать: базовые процедуры проведения научных экспериментов с помощью конечно-элементного анализа; глобальные	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенno 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: выполнять этапы разработки теоретических моделей, позволяющих исследовать качество выпускаемых изделий машиностроительных производств.	Не демонстрирует умения	Не уверенno демонстрирует умения	Достаточно уверенno демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение ПЗ, ЛБ Промежуточная аттестация
Владеть: способностью проводить эксперименты: линейные и нелинейные прочностные расчеты динамические расчеты в частотной области, динамические расчеты во временной области, тепловые расчеты.	Не демонстрирует навыки	Не уверенno демонстрирует навыки	Достаточно уверенno демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение ПЗ, ЛБ Промежуточная аттестация

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Основная литература

6.1.1 Основы САПР : учебное пособие / И.В. Крысова [и др.].. – Омск : Омский государственный технический университет, 2017. – 92 с. – ISBN 978-5-8149-2423-0. – Текст : электронный

// Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/78451.html>, по паролю.

6.1.2 Черепашков А.А. Основы САПР в машиностроении : учебное пособие / Черепашков А.А.. – Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. – 135 с. – ISBN 978-5-7964-1808-6. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/91776.html>, по паролю.

## 6.2 Дополнительная литература

6.2.1 Головицына, М. В. Интеллектуальные САПР для разработки современных конструкций и технологических процессов : учебное пособие / М. В. Головицына. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 248 с. — ISBN 978-5-4497-0879-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102013.html>, по паролю.

6.2.2 Головицына, М. В. Основы САПР : учебное пособие / М. В. Головицына. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-4497-0921-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102040.html>, по паролю.

## 6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3.1 Конечно - элементный анализ в системе APM FEM: Методические указания к лабораторным и практическим работам по курсам «Информационные системы в инженерном деле» и «Моделирование технологических процессов на основе САЕ анализа» для студентов всех форм обучения направления 151900 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» / НГТУ им. Р.Е. Алексеева; сост.: М.В. Кангин. – Нижний Новгород, 2014.– 29 с.

6.3.2 Подготовка управляющих программ в системе «Модуль ЧПУ. Токарная обработка»: Методические указания к лабораторным и практическим работам по курсам «Информационные системы в инженерном деле» и «Технологическая подготовка производства с помощью CAD/CAM» для студентов всех форм обучения направления 151900 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» / НГТУ им. Р.Е. Алексеева; сост.: М.В. Кангин. – Нижний Новгород, 2014.– 38 с.

# 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](http://www.iprbookshop.ru).

7.1.2 Электронно-библиотечная система издательства «Лань». Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

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

7.2.1 Ansys Mechanical v.14.5.

# 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 «IPRbooks»	Специальное мобильное приложение <b>IPR BOOKS WV-Reader</b>
ЭБС «Лань»	Синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации

## **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
<b>112</b> - Лаборатория "Систем автоматизированного проектирования" г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	13 компьютеров с установленным программным обеспечением мультимедийный проектор экран для проектора
<b>316</b> - 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 СДО MOODLE на странице курса 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. 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.

## **10.4 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 материалу 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.

## **10.8 Методические указания по обеспечению образовательного процес-**

## **са**

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](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](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](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](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)