

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.14 Численное моделирование процессов резания
(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: 108/3 з.е.
(часов/з.е)

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

Выпускающая кафедра: Технология машиностроения
(наименование кафедры)

Кафедра-разработчик: Технология машиностроения
(наименование кафедры)

Разработчик(и): Курненков А.В.
(ФИО, учennaya 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 № 15.04.05-14

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)	6
4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам	6
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам	6
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	8
5.1. Описание показателей и критерии контроля успеваемости, описание шкал оценивания	8
5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	11
5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости	11
5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине	12
5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине	17
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	19
6.1 Учебная литература	19
6.2 Справочно-библиографическая литература	19
6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	19
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	19
7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы	19
7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины	19
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	20
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)	20
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	21
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	21
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа	21
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах	21
10.4 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа	21
10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	22
10.6. Методические указания для выполнения РГР	22
10.7. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы	22
10.8 Методические указания по обеспечению образовательного процесса	22

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Цель освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Численное моделирование процессов резания» является изучение современных методов инженерного анализа, позволяющих моделировать процессы резания при проектировании режущего инструмента.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

- использование различные подходы численного моделирования процессов резания при проектировании режущего инструмента и выборе оптимальных режимов обработки в программных продуктах инженерного анализа;
- участие в моделировании процессов резания в современных системах инженерного анализа.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Численное моделирование процессов резания» включена в перечень дисциплин обязательной части. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Численное моделирование процессов резания», необходимы при подготовке выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Численное моделирование процессов резания» 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 «Численное моделирование процессов резания» направлен на формирование элементов общепрофессиональной компетенции ОПК-2 и профессиональной компетенции ПКС-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 бакалавра / магистра							
1	2	3	4	5	6	7	8	
ОПК-2								
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 защита ВКР								
ПКС-3								
Численное моделирование процессов резания								
Проектирование средств и систем технологического оснащения машиностроительных производств								

Методы и средства измерений, испытаний и контроля								
Технологическое обеспечение качества								
Технология конструкционных материалов								
Производственные и технологические процессы в машиностроении								
Преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа								
Подготовка к процедуре защиты и и защита ВКР								
Диагностика технологических систем								

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Численное моделирование процессов резания», 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	Знать современные методы инженерного анализа; способы создания расчетной геометрии; основы метода конечных элементов и бессеточных методов, основные модели материалов, контактные взаимодействия, а также способы приложения нагрузок и ограничений	Уметь применять современные методы инженерного анализа;	Владеть навыками работы в современных системах инженерного анализа
ПКС-3. Способен к разработке технологических процессов изготовления деталей машиностроения	ИПКС-3.3. Выполняет решение технологических и конструкторских задач на всех этапах разработки технологического процесса изготовления деталей машиностроения, оценивая возможные варианты, их достоинства и недостатки с точки зрения соответствия условиям проектирования и экономической эффективности.	Знать основные подходы к численному моделированию процесса резания при проектировании режущего инструмента; алгоритмы расчета параметров технологических процессов;	Уметь применять современные методы инженерного анализа; применять различные подходы численного моделирования процессов резания при проектировании режущего инструмента и выборе оптимальных режимов обработки в программных продуктах инженерного анализа; рассматривать все стадии процессов резания, начиная со стадии упругого деформирования и заканчивая стадией разделения стружки и заготовки; исследовать напряженно-деформированное состояние объектов формообразования и закономерности процесса снятия стружки.	Владеть навыками моделирования процессов резания в современных системах инженерного анализа.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. ед. или 108 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	
		1 семестр/ 2 семестр	№ семестра
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	108/108	108/108	
1. Контактная работа:	42/18	42/18	
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	38/14	38/14	
занятия лекционного типа (Л)	8/4	8/4	
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	30/10	30/10	
лабораторные работы (ЛР)			
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4/4	4/4	
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)			
текущий контроль, консультации по дисциплине	4/4	4/4	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
2. Самостоятельная работа (СРС)	66/90	66/90	
реферат/эссе (подготовка)			
расчёто-графическая работа (РГР) (подготовка)			
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.)	50/74	50/74	
Подготовка к экзамену (контроль)			
Подготовка к зачету / зачету с оценкой (контроль)	16/16	16/16	

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		
1 семестр/ 2 семестр						
ОПК-2	Раздел 1. Введение.					
ОПК-2.1	Тема 1.1 Основы механики разрушения.	3/1			14/16	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]
ПКС-3	Тема 1.2 Обзор современных САЕ систем и их возможностей					
ИПКС-3.3.						
	Итого по 1 разделу	3/1			14/16	

ОПК-2 ОПК-2.1 ПКС-3 ИПКС-3.3.	Раздел 2. Подготовка расчетной модели. Запуск на расчет.					
	Тема 2.1 Основы моделирования процессов резания. Тема 2.2 Подготовка CAD - модели	4/2			18/22	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]
	Тема 2.3 Конечно- элементная модель. Бессеточная модель.					
	Тема 2.4 Настройка расчетной модели.					
	Тема 2.5 Запуск расчета.					
	Практическая работа №1. Моделирование процесса резания однолезвийным инструментом методом конечных элементов.		4/4	26/26	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.2.1]	
	Практическая работа №2. Моделирование процесса резания однолезвийным инструментом бессеточным методом частиц.		2/2			
	Практическая работа №3. Моделирование процесса резания однолезвийным инструментом бессеточным методом с адаптивным перестроением.		4/2			
	Практическая работа №4. Моделирование процесса тачения методом конечных элементов.		4/2			
	Практическая работа №5. Моделирование процесса тачения бессеточным методом.		4/-			
	Практическая работа №6. Моделирование процесса сверления методом конечных элементов.		4/-			
	Практическая работа №7. Моделирование процесса шлифования методом конечных элементов.		4/-			
	Итого по 2 разделу	4/2		26/10	44	
ОПК-2 ОПК-2.1 ПКС-3 ИПКС-3.3.	Раздел 3. Управление расчетом и просмотр полученных результатов					
	Тема 3.1 Управление процессом расчета.	1/1		4/10	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]	
	Тема 3.2 Просмотр результата расчета.					
	Практическая работа №8. Просмотр и анализ полученных результатов.		4/-	4/-	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.2.1] [6.3.2]	
	Итого по 3 разделу	1/1		4/-	8/10	

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 «Численное моделирование процессов резания» проводятся преподавателем дисциплины.

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

Тесты по разделам 1-3 содержат по 5 тестовых вопросов, время на проведение тестирования 10 минут. На каждый тест дается 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 (зачету), если в результате изучения разделов дисциплины в ходе текущего контроля ответил верно на 60% вопросов тестов и предоставил 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.

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-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; ИПКС-3.3. Выполняет решение технологических и конструкторских задач на всех этапах разработки технологического процесса изготовления деталей машиностроения, оценивая возможные варианты, их достоинства и недостатки с точки зрения соответствия условиям проектирования и экономической эффективности.	Знать: современные методы инженерного анализа; способы создания расчетной геометрии; основы метода конечных элементов и бессеточных методов, основные модели материалов, контактные взаимодействия, а также способы приложения нагрузок и ограничений; основные подходы к численному моделированию процесса резания при проектировании режущего инструмента; алгоритмы расчета параметров технологических процессов.	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: применять современные методы инженерного анализа; применять различные подходы численного моделирования процессов резания при проектировании режущего инструмента и выборе оптимальных режимов обработки в программных продуктах инженерного анализа; рассматривать все стадии процессов резания, начиная со стадии упругого деформирования и заканчивая стадией разделения стружки и заготовки; исследовать напряженно-деформированное состояние объектов формообразования и закономерности процесса снятия стружки.	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	
		Владеть: навыками работы в современных системах инженерного анализа; навыками моделирования процессов резания в современных системах инженерного анализа.	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)

*) 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-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; ИПКС-3.3. Выполняет решение технологических и конструкторских задач на всех этапах разработки технологического процесса изготовления деталей машиностроения, оценивая возможные варианты, их достоинства и недостатки с точки зрения соответствия условиям проектирования и экономической эффективности.	<p>Знать: современные методы инженерного анализа; способы создания расчетной геометрии; основы метода конечных элементов и бессеточных методов, основные модели материалов, контактные взаимодействия, а также способы приложения нагрузок и ограничений; основные подходы к численному моделированию процесса резания при проектировании режущего инструмента; алгоритмы расчета параметров технологических процессов.</p> <p>Уметь: применять современные методы инженерного анализа; применять различные подходы численного моделирования процессов резания при проектировании режущего инструмента и выборе оптимальных режимов обработки в программных продуктах инженерного анализа; рассматривать все стадии процессов резания, начиная со стадии упругого деформирования и заканчивая стадией разделения стружки и заготовки; исследовать напряженно-деформированное состояние объектов формообразования и закономерности процесса снятия стружки.</p> <p>Владеть: навыками работы в современных системах инженерного анализа; навыками моделирования процессов резания в современных системах инженерного анализа.</p>	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на теоретический вопрос билета
			Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на дополнительные вопросы
			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»
11 баллов	3 балла	не менее 1 балла	«удовлетворительно»
11 баллов	4...5 баллов	не менее 2 баллов	«хорошо»
11 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

Временной шаг (шаг интегрирования) зависит от ...

- А) размера элемента сетки
- Б) размера заготовки
- В) размера инструмента
- Г) количества элементов сетки

Для увеличения стабильности процесса расчета временной шаг нужно ...

- А) увеличить
- Б) уменьшить
- В) оставить без изменений

К бессеточным методам не относится:

- А) FEM
- Б) SPH
- В) SPG
- Г) EFG

Типовые задания для практических занятий

Практическая работа №1. Моделирование процесса резания однолезвийным инструментом методом конечных элементов.

Задание. Подготовить конечно элементную модель для моделирования процесса резания однолезвийным инструментом. Задать материалы, ограничения, формулировку элементов, алгоритм контактного взаимодействия.

Практическая работа №2 Моделирование процесса резания однолезвийным инструментом бессеточным методом частиц.

Задание. Подготовить конечно элементную модель инструмента и бессеточную модель заготовки для моделирования процесса резания однолезвийным инструментом. Задать материалы, ограничения, формулировку элементов, алгоритм контактного взаимодействия.

Практическая работа №3 Моделирование процесса резания однолезвийным инструментом бессеточным методом с адаптивным перестроением.

Задание. Подготовить конечно элементную модель инструмента и бессеточную модель заготовки для моделирования процесса резания однолезвийным инструментом. Задать материалы, параметры адаптивного перестроения сетки, ограничения, формулировку элементов, алгоритм контактного взаимодействия.

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 зачету

1. Основные методы расчета.
2. Метод конечных элементов.
3. Основы метода сглаженных частиц.
4. Метод Лагранжа.
5. Метод Эйлера.
6. Комбинированный метод Лагранжа- Эйлера.
7. Основы теории явного метода динамики.
8. Основы теории неявного метода динамики.
9. Основные этапы моделирования.
10. Импорт геометрии.
11. Способы создания конечно-элементной сетки.
12. Ключевые команды.
13. Единицы измерения.
14. Создание сеточной геометрии.
15. Характеристики моделей материалов.
16. Уравнение состояния.
17. Модели разрушения материала.
18. Интегрирование элемента.
19. Искажения формы элементов.
20. Алгоритм контактного взаимодействия.
21. Типы контактов.
22. Шаг интегрирования.
23. Адаптивное разбиение.
24. Типы ограничений.
25. Приложение нагрузки.
26. Начальные условия
27. Анализ результатов.
28. Типы используемых элементов.
29. Абсолютно твёрдые тела.
30. Движение твёрдого тела.

Задачи к зачету

Задача 1

Выполнить моделирование процесса резания однолезвийным инструментом методом конечных элементов, задав все необходимые настройки, и записать анимацию полученного результата. Просмотреть полученный результат, записать анимацию, построить график результирующей силы резания.

Исходные данные:

размеры обрабатываемой заготовки: 15мм - длина, 4,5мм - ширина, 5мм - высота;

размер элемента сетки $s_{эл}=0,5\text{мм}$;

глубина резания $t=2\text{мм}$;

материал заготовки - **Сталь 17Г1С**;

скорость перемещения инструмента $v_{инст} = 4,5\text{м/с}$.

Модель материала заготовки - **MAT_PLASTIC_KINEMATIC**.

Задача 2

Выполнить моделирование процесса резания однолезвийным инструментом методом конечных элементов, задав все необходимые настройки, и записать анимацию полученного результата. Просмотреть полученный результат, записать анимацию, построить график результирующей силы резания.

Исходные данные:

размеры обрабатываемой заготовки: 10,5мм - длина, 3мм - ширина, 6мм - высота;

размер элемента сетки $s_{эл}=0,25\text{мм}$;

глубина резания $t=1,5\text{мм}$;

материал заготовки - **Сталь 45**;

скорость перемещения инструмента $v_{инстp}=4,1\text{м/с}$.

Модель материала заготовки - MAT_PLASTIC_KINEMATIC.

Задача 3

Выполнить моделирование процесса резания однолезвийным инструментом методом конечных элементов, задав все необходимые настройки, и записать анимацию полученного результата. Просмотреть полученный результат, записать анимацию, построить график результирующей силы резания.

Исходные данные:

размеры обрабатываемой заготовки: 19мм - длина, 5мм - ширина, 5мм - высота;

размер элемента сетки $s_{эл}=1\text{мм}$;

глубина резания $t=2\text{мм}$;

материал заготовки - **Сталь 60**;

скорость перемещения инструмента $v_{инстp}=3,5\text{м/с}$.

Модель материала заготовки - MAT_PLASTIC_KINEMATIC.

Задача 4

Выполнить моделирование процесса резания однолезвийным инструментом методом конечных элементов, задав все необходимые настройки, и записать анимацию полученного результата. Просмотреть полученный результат, записать анимацию, построить график результирующей силы резания.

Исходные данные:

размеры обрабатываемой заготовки: 25мм - длина, 5мм - ширина, 6мм - высота;

размер элемента сетки $s_{эл}=0,5\text{мм}$;

глубина резания $t=1,5\text{мм}$;

материал заготовки - **АД33**;

скорость перемещения инструмента $v_{инстp}=4,7\text{м/с}$.

Модель материала заготовки - MAT_PLASTIC_KINEMATIC.

Задача 5

Выполнить моделирование процесса резания однолезвийным инструментом методом конечных элементов, задав все необходимые настройки, и записать анимацию полученного результата. Просмотреть полученный результат, записать анимацию, построить график результирующей силы резания.

Исходные данные:

размеры обрабатываемой заготовки: 20мм - длина, 3мм - ширина, 6мм - высота;

размер элемента сетки $s_{эл}=0,25\text{мм}$;

глубина резания $t=1\text{мм}$;

материал заготовки - **Сталь 10**;

скорость перемещения инструмента $v_{инстp}=3,7\text{м/с}$.

Модель материала заготовки - MAT_PLASTIC_KINEMATIC.

Задача 6

Выполнить моделирование процесса резания однолезвийным инструментом методом конечных элементов, задав все необходимые настройки, и записать анимацию полученного результата. Просмотреть полученный результат, записать анимацию, построить график

результатирующей силы резания.

Исходные данные:

размеры обрабатываемой заготовки: 30мм - длина, 4мм - ширина, 5мм - высота;

размер элемента сетки $s_{эл}=0,5\text{мм}$;

глубина резания $t=1,5\text{мм}$;

материал заготовки - **Сталь 50**;

скорость перемещения инструмента $v_{инстp}=4,3\text{м/с}$.

Модель материала заготовки - MAT_PLASTIC_KINEMATIC.

Задача 7

Выполнить моделирование процесса резания однолезвийным инструментом методом конечных элементов, задав все необходимые настройки, и записать анимацию полученного результата. Просмотреть полученный результат, записать анимацию, построить график результатирующей силы резания.

Исходные данные:

размеры обрабатываемой заготовки: 30мм - длина, 4мм - ширина, 6мм - высота;

размер элемента сетки $s_{эл}=1\text{мм}$;

глубина резания $t=1,5\text{мм}$;

материал заготовки - **Сталь 15ЮА**;

скорость перемещения инструмента $v_{инстp}=4,6\text{м/с}$.

Модель материала заготовки - MAT_PLASTIC_KINEMATIC.

Задача 8

Выполнить моделирование процесса резания однолезвийным инструментом методом конечных элементов, задав все необходимые настройки, и записать анимацию полученного результата. Просмотреть полученный результат, записать анимацию, построить график результатирующей силы резания.

Исходные данные:

размеры обрабатываемой заготовки: 25мм - длина, 6мм - ширина, 6мм - высота;

размер элемента сетки $s_{эл}=0,5\text{мм}$;

глубина резания $t=2\text{мм}$;

материал заготовки - **B95**;

скорость перемещения инструмента $v_{инстp}=4,2\text{м/с}$.

Модель материала заготовки - MAT_PLASTIC_KINEMATIC.

Задача 9

Выполнить моделирование процесса резания однолезвийным инструментом методом конечных элементов, задав все необходимые настройки, и записать анимацию полученного результата. Просмотреть полученный результат, записать анимацию, построить график результатирующей силы резания.

Исходные данные:

размеры обрабатываемой заготовки: 15мм - длина, 4мм - ширина, 6мм - высота;

размер элемента сетки $s_{эл}=0,25\text{мм}$;

глубина резания $t=1\text{мм}$;

материал заготовки - **Сталь 80**;

скорость перемещения инструмента $v_{инстp}=4,6\text{м/с}$.

Модель материала заготовки - MAT_PLASTIC_KINEMATIC.

Задача 10

Выполнить моделирование процесса резания однолезвийным инструментом методом конечных элементов, задав все необходимые настройки, и записать анимацию полученного результата. Просмотреть полученный результат, записать анимацию, построить график результатирующей силы резания.

Исходные данные:

размеры обрабатываемой заготовки: 30мм - длина, 5мм - ширина, 5мм - высота;

размер элемента сетки $s_{эл}=1\text{мм}$;

глубина резания $t=2\text{мм}$;

материал заготовки – **Сталь 30ХГСА**;

скорость перемещения инструмента $v_{инстp}=5,2\text{м/с}$.

Модель материала заготовки - MAT_PLASTIC_KINEMATIC.

Задача 11

Выполнить моделирование процесса резания однолезвийным инструментом бессеточным методом, задав все необходимые настройки, и записать анимацию полученного результата. Просмотреть полученный результат, записать анимацию, построить график результирующей силы резания.

Исходные данные:

размеры обрабатываемой заготовки: 15мм - длина, 5мм - ширина, 5мм - высота;

расстояние между частицами $s_u=0,15\text{мм}$;

глубина резания $t=1,8\text{мм}$;

материал заготовки – **Сталь 17Г1С**;

скорость перемещения инструмента $v_{инстp}=4,2\text{м/с}$.

Модель материала заготовки - MAT_PLASTIC_KINEMATIC.

Задача 12

Выполнить моделирование процесса резания однолезвийным инструментом бессеточным методом, задав все необходимые настройки, и записать анимацию полученного результата. Просмотреть полученный результат, записать анимацию, построить график результирующей силы резания.

Исходные данные:

размеры обрабатываемой заготовки: 11мм - длина, 3мм - ширина, 6мм - высота;

расстояние между частицами $s_u=0,15\text{мм}$;

глубина резания $t=1,6\text{мм}$;

материал заготовки - **Сталь 45**;

скорость перемещения инструмента $v_{инстp}=4,9\text{м/с}$.

Модель материала заготовки - MAT_PLASTIC_KINEMATIC.

Задача 13

Выполнить моделирование процесса резания однолезвийным инструментом бессеточным методом, задав все необходимые настройки, и записать анимацию полученного результата. Просмотреть полученный результат, записать анимацию, построить график результирующей силы резания.

Исходные данные:

размеры обрабатываемой заготовки: 20мм - длина, 5мм - ширина, 5мм - высота;

расстояние между частицами $s_u=0,2\text{мм}$;

глубина резания $t=1,8\text{мм}$;

материал заготовки - **Сталь 60**;

скорость перемещения инструмента $v_{инстp}=3,6\text{м/с}$.

Модель материала заготовки - MAT_PLASTIC_KINEMATIC.

Задача 14

Выполнить моделирование процесса резания однолезвийным инструментом бессеточным методом, задав все необходимые настройки, и записать анимацию полученного результата. Просмотреть полученный результат, записать анимацию, построить график результирующей силы резания.

Исходные данные:

размеры обрабатываемой заготовки: 25мм - длина, 4мм - ширина, 6мм - высота;

расстояние между частицами $s_u=0,2\text{мм}$;

глубина резания $t=2\text{мм}$;

материал заготовки - **АД33**;

скорость перемещения инструмента $v_{инстp}=4,6\text{м/с}$.

Модель материала заготовки - MAT_PLASTIC_KINEMATIC.

Задача 15

Выполнить моделирование процесса резания однолезвийным инструментом бессеточным методом, задав все необходимые настройки, и записать анимацию полученного результата. Просмотреть полученный результат, записать анимацию, построить график результирующей силы резания.

Исходные данные:

размеры обрабатываемой заготовки: 20мм - длина, 3мм - ширина, 6мм - высота;

расстояние между частицами $s_q = 0,15\text{мм}$;

глубина резания $t = 1,4\text{мм}$;

материал заготовки - **Сталь 10**;

скорость перемещения инструмента $v_{инстp} = 5,3\text{м/с}$.

Модель материала заготовки - **MAT_PLASTIC_KINEMATIC**.

Задача 16

Выполнить моделирование процесса резания однолезвийным инструментом бессеточным методом, задав все необходимые настройки, и записать анимацию полученного результата. Просмотреть полученный результат, записать анимацию, построить график результирующей силы резания.

Исходные данные:

размеры обрабатываемой заготовки: 27мм - длина, 4мм - ширина, 5мм - высота;

расстояние между частицами $s_q = 0,2\text{мм}$;

глубина резания $t = 1,3\text{мм}$;

материал заготовки - **Сталь 50**;

скорость перемещения инструмента $v_{инстp} = 4,7\text{м/с}$.

Модель материала заготовки - **MAT_PLASTIC_KINEMATIC**.

Задача 17

Выполнить моделирование процесса резания однолезвийным инструментом бессеточным методом, задав все необходимые настройки, и записать анимацию полученного результата. Просмотреть полученный результат, записать анимацию, построить график результирующей силы резания.

Исходные данные:

размеры обрабатываемой заготовки: 21мм - длина, 4мм - ширина, 6мм - высота;

расстояние между частицами $s_q = 0,15\text{мм}$;

глубина резания $t = 1,7\text{мм}$;

материал заготовки - **Сталь 15ЮА**;

скорость перемещения инструмента $v_{инстp} = 4,1\text{м/с}$.

Модель материала заготовки - **MAT_PLASTIC_KINEMATIC**.

Задача 18

Выполнить моделирование процесса резания однолезвийным инструментом бессеточным методом, задав все необходимые настройки, и записать анимацию полученного результата. Просмотреть полученный результат, записать анимацию, построить график результирующей силы резания.

Исходные данные:

размеры обрабатываемой заготовки: 22мм - длина, 3мм - ширина, 6мм - высота;

расстояние между частицами $s_q = 0,15\text{мм}$;

глубина резания $t = 1,5\text{мм}$;

материал заготовки - **B95**;

скорость перемещения инструмента $v_{инстp} = 5,2\text{м/с}$.

Модель материала заготовки - **MAT_PLASTIC_KINEMATIC**.

Задача 19

Выполнить моделирование процесса резания однолезвийным инструментом бессеточным методом, задав все необходимые настройки, и записать анимацию полученного результата.

Просмотреть полученный результат, записать анимацию, построить график результирующей силы резания.

Исходные данные:

размеры обрабатываемой заготовки: 15мм - длина, 4мм - ширина, 6мм - высота;

расстояние между частицами $s_u = 0,25\text{мм}$;

глубина резания $t = 1,5\text{мм}$;

материал заготовки - **Сталь 80**;

скорость перемещения инструмента $v_{инстp} = 4,4\text{м/с}$.

Модель материала заготовки - MAT_PLASTIC_KINEMATIC.

Задача 20

Выполнить моделирование процесса резания однолезвийным инструментом бессеточным методом, задав все необходимые настройки, и записать анимацию полученного результата. Просмотреть полученный результат, записать анимацию, построить график результирующей силы резания.

Исходные данные:

размеры обрабатываемой заготовки: 30мм - длина, 5мм - ширина, 5мм - высота;

расстояние между частицами $s_u = 0,3\text{мм}$;

глубина резания $t = 1,6\text{мм}$;

материал заготовки – **Сталь 30ХГСА**;

скорость перемещения инструмента $v_{инстp} = 5,4\text{м/с}$.

Модель материала заготовки - MAT_PLASTIC_KINEMATIC.

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 «незачтено»	3 критерий – хорошее усвоение «зачтено»	
ОПК-2 ОПК-2.1			
Знать: современные методы инженерного анализа; способы создания расчетной геометрии; основы метода конечных элементов и бессеточных методов, основные модели материалов, контактные взаимодействия, а также способы приложения нагрузок и ограничений;	Отсутствие усвоения знаний	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Тестирование Промежуточная аттестация
Уметь: применять современные методы инженерного анализа;	Не демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Выполнение ПЗ Промежуточная аттестация
Владеть: навыками работы в современных системах инженерного анализа;	Не демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Выполнение ПЗ
ПКС-3 ИПКС-3.3			
Знать: основные подходы к численному моделированию процесса резания при проектировании режущего инструмента; алгоритмы расчета параметров технологических процессов.	Отсутствие усвоения знаний	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Тестирование Промежуточная аттестация
Уметь: применять различные подходы численного моделирования процессов резания при проектировании режущего инструмента и выборе оптимальных режимов обработки в программных продуктах инженерного анализа; рассматривать все стадии процессов резания, начиная со стадии упругого деформирования и заканчивая стадией разделения стружки и заготовки; исследовать напряженно-деформированное состояние объектов формообразования и закономерности процесса снятия стружки.	Не демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Выполнение ПЗ Промежуточная аттестация
Владеть: навыками моделирования процессов резания в современных системах инженерного анализа.	Не демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Выполнение ПЗ

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

6.1.1 **Петраков Ю.В.**, Драчев О.И. Моделирование процессов резания. Учебное пособие. Рекомендовано УМО - Старый Оскол: ТНТ, 2011 - 240с.

6.1.2 **Курненков А.В.** Шурыгин А.Ю. Численное моделирование процессов резания. Учебное пособие. - Н.Новгород: НГТУ, 2017 - 184 с.

6.2 Дополнительная литература

6.2.1 **Аверченков В.И.** Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л.— Электрон. текстовые данные.— Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 271 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7003>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

6.2.2 **Белкин П.Н.** Механические свойства, прочность и разрушение твёрдых тел [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Белкин П.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 197 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18390>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

6.2.3 **Белов П.С.** Математическое моделирование технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие (конспект лекций)/ Белов П.С.— Электрон. текстовые данные.— Егорьевск: Егорьевский технологический институт (филиал) Московского государственного технологического университета «СТАНКИН», 2016.— 121 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43395>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Отсутствуют.

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 / LST». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lstc.com>

7.1.4 Сайт компании «Кафедра ТЗШП». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tzshp.ru/>

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

7.1.6 Сайт компании «LS-DYNA». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lsdyna.ru/>

7.1.7 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 LS-PrePost v.4.3.

- 7.2.2 LS-DYNA v.8.
7.2.3 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 «IPRbooks»	Специальное мобильное приложение IPR BOOKS WV-Reader
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
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 на странице курса по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=117> 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.

10.3. 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

Не предусмотрено УП.

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/provdenie-zanyatiij-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)