

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

Институт промышленных технологий машиностроения

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

С.А. Манцеров

“06” июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б.8. Математическое моделирование в машиностроении
для подготовки магистров

Направление подготовки : 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

Направленность: Технология машиностроения

Форма обучения: очная, очно-заочная
Год начала подготовки 2023

Выпускающая кафедра ТиОМ

Кафедра-разработчик ТиОМ

Объем дисциплины 108/3
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет

Разработчик: Каневский Г.Н., к.т.н., доцент

Н. Новгород 2023 г

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 17 августа 2020 года № 1045 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 14.03.2023 г. № 11 очная форма обучения; протокол от 28.03.2023г. № 15 очно-заочная форма обучения

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от №6 от 25.05.2023
Зав. кафедрой к.т.н, доцент Лаптев И.Л.

_____ (подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИПТМ,
Протокол от №12 от 06.06.2023

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 15.04.05-Т-6
Начальник МО _____ Н.Р. Булгакова

Заведующая отделом комплектования НТБ

_____ Н.И. Кабанина

_____ (подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1	Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2	Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3	Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.....	4
4	Структура и содержание дисциплины.....	7
5	Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	13
6	Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	15
7	Информационное обеспечение дисциплины.....	15
8	Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	17
9	Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	17
10	Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	18
11	Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	20

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является изучение принципов разработки математических моделей (ММ) технических объектов, типовых моделей деталей и их соединений и обоснование технических решений на основе этих моделей.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- изучение разновидностей ММ;
- разработка ММ;
- использование типовых ММ для расчетного обоснования элементов и параметров узлов станков.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Математическое моделирование в машиностроении включена в перечень дисциплин базовой части Блока 1, установленного ФГОС ВО.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах программы бакалавриата: Техническая механика, Теоретическая механика, Оборудование машиностроительных производств, НИР, Основы принятия решений в технологических системах .

Дисциплина «Математическое моделирование в машиностроении» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Проектирование металлорежущих станков, Динамические процессы при обработке резанием, Проектирование технологической оснастки, Проектирование инструментов, выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование в машиностроении» 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)

Таблица 1
Формирование компетенций дисциплинам (очное обучение)

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки магистра</i>			
	1	2	3	4
Нанотехнологии в машиностроении (ОПК-1)				
Экономическое обоснование проектных решений (ОПК-1)				
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-1)				
Математическое моделирование в машиностроении (ОПК -1)				

Таблица 1а
Формирование компетенций дисциплинам (очно-заочное обучение)

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки магистра</i>				
	1	2	3	4	5
Нанотехнологии в машиностроении (ОПК-1)					
Экономическое обоснование проектных решений (ОПК-1)					
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-1)					
Математическое моделирование в машиностроении (ОПК - 1)					

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Текущего контроля	Промежуточной аттестации			
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования в области конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки исследований	ИОПК-1.1. Формулирует цели и задачи исследования, выявляет приоритеты решения задач ИОПК-1.2. Выбирает и создает критерии оценки результатов исследований ИОПК-1.3. Разрабатывает и применяет типовые математические модели, выполняет расчетное исследование	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - последовательность составления математических моделей (ИОПК 1.3) - конструкции узлов металлокрепежных станков и деталей машин (ИОПК 1.2) 	<p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - формулировать цель и задачу исследования на основе математического моделирования (ИОПК 1.1) - определять критерии оценки результатов исследований (ИОПК 1.2) - разрабатывать и использовать типовые математические модели конструкций и проводить расчетное исследование на их основе (ИОПК 1.3) 	<p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - приемами расчетного исследования и выбора лучших вариантов (ИОПК 1.3) 	Вопросы по темам практических и лабораторных работ	Вопросы для устного собеседования

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. 108 часов,

Таблица 3

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам
для студентов очного и очно-заочного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		Сем. 1 очное	Сем.3 очно-заочное
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108	108
1. Контактная работа:	55	55	55
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	51	51	51
занятия лекционного типа (Л)	17	17	17
практические занятия	17	17	17
лабораторные работы (ЛР)	17	17	17
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4	4	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	---	----	----
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
2. Самостоятельная работа (СРС)	53	53	53
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-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.)	49	49	49
Подготовка к экзамену (контроль)			
Подготовка к зачёту	4	4	4

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.

Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного и очно-заочного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)					
1 семестр										
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК – 1.2	Раздел 1. ММ. Общие сведения				Подготовка к лк [6.1.1., с.10-20]				Конспект лекций	
	Тема 1.1. ММ. Общие сведения				1,0			Проблемная лекция		
	Работа по освоению 1 раздела:									
	реферат, эссе (тема)									
	расчёто-графическая работа (РГР)									
	контрольная работа									
	Итого по 1 разделу				1,0		2,0			
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК – 1.2	Раздел 2. Классификация ММ				Подготовка к лк [6.1.4, с.13-18]					
	Тема 2.1. Классификация ММ				3,0		4,0	Интерактивная		
	Работа по освоению 2 раздела:									
	реферат, эссе (тема)									

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК – 1.2 ИОПК – 1.3	расчётно-графическая работа (РГР)												
	контрольная работа												
	Итого по 2 разделу	3,0			4,0								
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК – 1.2 ИОПК – 1.3	Раздел 3. Разработка ММ					Подготовка к лк [6.1.2, с. 36-49, 6.1.4, с. 19-33]							
	Тема 3.1 Особенности моделирования на разных стадиях проектирования	1,0			2,0		Проблемная лекция						
	Тема 3.2. Последовательность разработки ММ	3,0					Проблемная лекция						
	Практическое занятие №1 Изучение функционирования ТО и подготовка исходных данных		4,0	2,0	Подготовка к пр. раб. [6.4.2, с. 17-21]		Кейс-метод (анализ конкретных ситуаций)						
	Работа по освоению 3 раздела:												
	реферат, эссе (тема)												
	расчётно-графическая работа (РГР)												
	контрольная работа												
	Итого по 3 разделу	4,0		4,0	4,0								
	Раздел 4. Типовые ММ					Подготовка к лк [6.1.4, с.. 34-72]							
	Тема 4.1. ММ изгиба	0,5			1,0		Интерактивная						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
	Тема 4.2. ММ кручения конструкций	0,5			1,0		Интерактивная						
	Тема 4.3. ММ сжатия-растяжения	0,5			1,0		Интерактивная						
	Тема 4.4. ММ сдвига	0,5			1,0		Интерактивная						
	Тема 4.5 ММ критической нагрузки	0,5			1,0		Интерактивная						
	Тема 4.6. ММ контактных деформаций	1,0			4,0		Интерактивная						
	Тема 4.7. Скоростные характеристики	0,5			1,0		Интерактивная						
	Тема 4.8. Устойчивость и собственные частоты	1,0			2,0		Интерактивная						
	Тема 4.9. Параллельное и последовательное соединения	1,0			2,0		Интерактивная						
	Тема 4.10. Перенос деформаций в пространстве	1,0			2,0		Интерактивная						
	Тема 4.11 МКЭ	0,5			2,0		Интерактивная						
	Тема 4.12. Температурные деформации	0,5			1,0		Интерактивная						
	Практическая работа № 2 Разработка ММ деталей и узлов станков			9,0		Подготовка к пр. раб. [6.2.1, 6.2.2, 6.3.1 – 6.3.3]	Кейс-метод (анализ конкретных ситуаций)						
	Работа по освоению 4 раздела:												
	реферат, эссе (тема)												
	расчётно-графическая работа (РГР)												
	контрольная работа												
	Итого по 4 разделу	8,0		9,0	19,0								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК – 1.2 ИОПК – 1.3	Раздел № 5. Работа с ММ				Подготовка к лк [6.1.4, с.14-96]								
	Тема 5.1. Особенности работы с ММ	1,0			2,0		Интерактивная						
	Практическая работа № 3 Проведение расчетного исследования			4,0	4,0	Подготовка к пр. раб. [6.1.4.с. 97-105]	Кейс-метод (анализ конкретных ситуаций)						
	Лабораторная работа №1 Освоение программного обеспечения расчета МКЭ		4,0		2,0	Подготовка к лаб. раб. [6.5.1, 6.5.2.]	Видеоруководство						
	Лабораторная работа №2 Импортирование 3D модели и конечно-элементный анализ детали «Стол»		4,0		2,0	Подготовка к лаб. раб. [6.5.1, 6.5.2.]	Видеоруководство						
	Лабораторная работа №3 Вариантный КЭ-ый анализ с обоснованием рациональной конструкции детали приспособления		4,0		2,0	Подготовка к лаб. раб. [6.5.1, 6.5.2.]	Кейс-метод (анализ конкретных ситуаций)						
	Лабораторная работа №4 КЭ-ый анализ деталей из курсовых работ или ВКР		5,0		2,0	Подготовка к лаб. раб. [6.5.1, 6.5.2.]	Кейс-метод (анализ конкретных ситуаций)						
	Работа по освоению 5 раздела:												
	реферат, эссе (тема)												
	расчётно-графическая работа (РГР)												
	контрольная работа												
	Итого по 5 разделу	1,0	17,0	4,0	14,0								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
	Курсовая работа (КР)												
	Курсовой проект (КП)												
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17,0	17,0	17,0	53,0								
	ИТОГО по дисциплине	17,0	17,0	17,0	53,0								

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

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям (текущий контроль)

1. Основные этапы работы по расчету на основе МКЭ
2. Какая информация готовится для расчета по МКЭ ?
3. Какие варианты сетки КЭ используются ?
4. Какие критерии работоспособности рассчитываются на основе МКЭ ?
5. Как задаются опоры ?
6. И др.

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет)

1. Понятие о ММ
2. Что описывает ММ ?
3. Классификация ММ
4. Перечислить основные разновидности упругих деформаций в конструкциях
5. Последовательность разработки ММ
6. Понятие о расчетной схеме
7. Допущения, принимаемые при составлении расчетной схемы
8. Разновидности упругих контактных деформаций в стыках деталей
9. И др.

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

Таблица 5

При текущем контроле и оценка выполнения практических и лабораторных работ

Шкала оценивания	Зачет
$40 < R \leq 50$	
$30 < R \leq 40$	зачет
$20 < R \leq 30$	
$0 < R \leq 20$	незачет

Таблица 6

Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора до достижения компетенции	Зачет 20-100% от max рейтинговой оценки контроля	Незачет 0-20% от max рейтинговой оценки контроля
		Зачет 20-100% от max рейтинговой оценки контроля	Незачет 0-20% от max рейтинговой оценки контроля
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования в области конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки исследований	ИОПК-1.1. Формулирует цели и задачи исследования, выявляет приоритеты решения задач ИОПК-1.2. Выбирает и создает критерии оценки результатов исследований ИОПК-1.3. Разрабатывает и применяет типовые математические модели, выполняет расчетное исследование	Правильно с непринципиальными ошибками формулирует цели и задачи расчетного исследования, выявляет приоритеты решения задач Правильно с непринципиальными ошибками выбирает и создает критерии оценки результатов расчетного исследования Правильно применяет типовые ММ для решения задачи расчетного исследования, выполняет расчеты и объясняет результаты, полностью выполняет практические и лабораторные работы	Не может сформулировать цели и задачи расчетного исследования, выявить приоритеты решения задач Не может выбирать критерии оценки для результатов расчетного исследования Неправильно выбирает типовые ММ для решения задачи расчетного исследования, выполняет расчеты с принципиальными ошибками, не выполняет полностью практические и лабораторные работы

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

- 6.1.1. Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 133 с
- 6.1.2. Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем: Уч. / В.П. Тарасик. - М.: Инфра-М, 2017. - 160 с
- 6.1.3. Рейзлин, В.И. Математическое моделирование: Учебное пособие для магистратуры В.И. Рейзлин. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 126 с
- 6.1.4. Математические модели упругих деформаций деталей и соединений в станках: учебное пособие / Г.Н. Каневский [и др.]; - на кафедре в электронном виде

6.2. Справочно-библиографическая литература.

- 6.2.1. Детали и механизмы металлорежущих станков: в 2 т. Т.2 / Д.Н. Решетов [и др.]; под. ред. Д.Н. Решетова. - М.: Машиностроение, 1972 г. – 520 с.
- 6.2.2 Левина, З.М. Контактная жесткость машин / З.М. Левина, Д.Н. Решетов. - М.: Машиностроение, 1971г. – 264 с.

6.3. Перечень журналов и интернет ресурсов по профилю дисциплины:

- 6.3.1 Журнал «Вестник машиностроения»
- 6.3.2 Интернет-ресурс <https://www.hiwin.com.ru>
- 6.3.3. Интернет-ресурс <http://www.bergab.ru/>
- 6.3.4. Интернет-ресурс <https://apm.ru/>

6.4. Методические указания к практическим занятиям

- 6.4.1. Расчет и конструирование приводов главного движения металлорежущих станков: учеб. пособие / В.Н. Евстигнеев, М.А. Китаева, Б.В. Устинов; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2009. – 270 с.-
- 6.4.2. Каневский, Г.Н. Основы моделирования и принятия решений в технологических системах: Краткий курс лекций / Г.Н. Каневский; НГТУ. - Н. Новгород : [Б.и.], 2005. - 105 с.

6.5. Методические указания к лабораторным работам:

- 6.5.1. Каменев, С. В. Основы метода конечных элементов в инженерных приложениях: учебное пособие / С. В. Каменев; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019 – 110 с. - Режим доступа :
https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1634642301&tld=ru&lang=ru&name=94203_201905_15.pdf&text
- 6.5.2. Андронова О.В. Конечно-элементный анализ деталей машин в среде WinMachine: Методическое пособие к лабораторным и курсовым работам/ О.В. Андронова, Г.Н. Каневский. – на кафедре в электронном виде

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1.Перечень информационных справочных систем

- Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>.
- КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
- Электронно-библиотечная система Znaniум.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
- Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл. с экрана.
- Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
- Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
- Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

Таблица 7
Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

1. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/>. - Загл. с экрана.
2. Электронно-библиотечная система Znaniум.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
3. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл. с экрана.

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

Таблица 8
Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	1. Microsoft Office 2007 стандартный (Word, Power Point, Access, Excel), T-Flex Docs 7x (лиц. № B00001494) 2. Microsoft Office 2007 стандартный (Word, Power Point, Access, Excel), T-Flex Docs 7x (лиц. № B00001494)
Программный продукт “CAD/CAE Система автоматизированного расчета и проектирования механического оборудования и конструкций в области машиностроения и строительства АРМ WinMachine” 10 мест	

7.3.Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице **9** указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 9
Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОС-СТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html
	Инструменты и веб-ресурсы для веб-разработки – 100+	https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице **10** указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10
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
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

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

Учебные аудитории для проведения и техническими средствами обучения

занятий по дисциплине, оснащены оборудованием

В таблице 11 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11
Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	4209 Практические и лабораторные занятия Информационно-образовательный центр ИПТМ	1. Персональные компьютеры 1) Celeron 1.7/0.5 gb/SIS 632/HDD 40 GB - 6 штук 2) Pentium e5500/2 gb/AMD RADEON 5450/HDD 250 GB - 10 штук; 3) Сервер Athlon x2 4400/4 gb/ ATI X300/HDD 2. TB с возможностью подключения к интернету (1) 3. Ноутбук Toshiba Satellite L40-17T (для проекторов в ауд.4204 и 4204a) 4. Рабочее место студента - 16.	1. Windows 7 Starter(подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18), Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Office 2007(DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14) 3. Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.23 до 28.05.24); APM WinMashine(ФЗ-649/2006) Windows server 2012 (Авторизационный номер лицензиата 91194359zze1411, Номер лицензии 61196358); 4. Распространяемое по свободной лицензии: T-flex docs 12 (Ознакомительная версия); ERP Галактика 7.1; МБТУ 3.7; ТехноПро 9; GPSS; PSS WORLD student version; SciLab 4.1.2 ;T-flex 15 Учебная версия
	4102 Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	1. Доска меловая - 1 шт. 2. Мультимедийный проектор (EPSON EB-X05) - 1 шт. 3. Ноутбук Lenovo V110 (Lenovo: Intel Core i5, RAM: 2Gb, HDD: 500 Gb, Дисплей - 15', OS Linux Ubuntu 20.04) - 1 шт. 4. Экран - 1 шт. 5. Испытательный стенд на базе токарно-винторезного станка 1К62 6. Станок горизонтально-фрезерный 6М82 7. Станок вертикально-сверлильный 2Н1258. 8. Рабочее место студента - 30.	1. Microsoft Office 2007 стандартный (Word, Power Point, Access, Excel), T-Flex Docs 7x (лиц. № Б00001494) 2. OS Linux Ubuntu 20.04;

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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: аудиторная, внеаудиторная, а также может проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

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

На лекциях, лабораторных и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология 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 лабораторных и практических занятиях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч с студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

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 (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

10.3.Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных и практических работах

Подготовку к каждой лабораторной и практической работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа оформляется отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных и практических работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4 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.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

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

11 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

11.1.1.Типовые задания для лабораторных работ

Типовые задания для лабораторных работ приведены в учебно-методическом пособии по дисциплине «Математическое моделирование в машиностроении»: Математические модели упругих деформаций деталей и соединений в станках (п.6.1 данной РПД) .

11.1.2.Типовые задания к практическим занятиям

Типовые задания для практических занятий приведены в учебно-методическом пособии по дисциплине «Математическое моделирование в машиностроении»: Математические модели упругих деформаций деталей и соединений в станках (п.6.1 данной РПД) .

11.1.3 Типовые вопросы для проведения зачета

1. Понятие о математических моделях (ММ)
2. Разновидности ММ
3. Свойства ММ
4. Последовательность разработки ММ
5. Понятия о расчетных схемах
6. Упрощения и допущения при составлении расчетных схем
7. Способы представления опор конструкций
8. ММ быстроходности и устойчивости при вращении
9. ММ изгиба
10. ММ растяжения-сжатия
11. ММ сдвига
12. ММ динамических характеристик
13. ММ кручения
14. ММ переноса деформаций в пространстве
15. ММ контактной жесткости
16. ММ стыков разной формы
17. Параллельное и последовательное соединение элементов
18. Особенности работы с ММ
19. Объяснить работу ПО по МКЭ
20. Особенности и возможности МКЭ
21. Как определяются опоры и нагрузки в МКЭ ?