

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Глазовский инженерно-экономический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Ижевский государственный технический университет
имени М.Т.Калашникова»



М.А. Бабушкин

2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине:

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ

для направления: **15.03.05 «Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств»**

по профилю: «Технология машиностроения»

Форма обучения: **заочная**

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4 зачетные единицы**.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		6			
Контактные занятия (всего)	32	32			
В том числе:			-	-	-
Лекции	12	12			
Практические занятия (ПЗ)	10	10			
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)	10	10			
Самостоятельная работа (всего)	110	110			
В том числе:			-	-	-
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат					
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	112	112			
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)		Диф зач.			
Общая трудоемкость: час	144	144			
зач. ед.	4	4			

Кафедра: Автоматизированные системы управления

Составитель: Овсянников Алексей Владимирович, канд. техн. наук, доцент

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» и утверждена на заседании кафедры.

Протокол от 10.05.2018 г. № 6

Заведующий кафедрой  В.В. Беляев

СОГЛАСОВАНО

Председатель учебно-методической комиссии
Глазовского инженерно-экономического института (филиала)
ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т.Калашникова»


_____ В.В. Беляев

_____ 2018 г.

Количество часов рабочей программы соответствует количеству часов рабочего учебного плана по направлению подготовки 15.03.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль «Технология машиностроения».

АННОТАЦИЯ К ДИСЦИПЛИНЕ

Название модуля		Математическое моделирование в машиностроении				
Номер	Б1.В.ДВ.06.01	Академический год		семестр	6	
Кафедра	86 АСУ	Программа	15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств. Профиль – технология машиностроения			
Гарант модуля	Овсянников Алексей Владимирович, канд. техн. наук, доцент					
Цели и задачи дисциплины, основные темы	<p>Цели: дать будущим инженерам основы знаний, умений и навыков математического моделирования объектов и процессов машиностроительного производства.</p> <p>Задачи: ознакомление с ролью и местом изучаемой дисциплины в развитии современной техники и технологии; ознакомление с объектами моделирования; изучение областей применения математических моделей; изучение методов оптимизации технологических процессов изготовления деталей и изделий машиностроительных производств.</p> <p>Знания: основные понятия математического моделирования, основные математические модели, применяемые в машиностроении; методы моделирования и классификация объектов моделирования; методы оптимизации технологических процессов.</p> <p>Умения: решать типовые задачи, связанные с математическим моделированием процессов машиностроения; составлять модели элементов технологических процессов изготовления заготовок, деталей, изделий и машин.</p> <p>Навыки: владения методами математического моделирования; решения задач по составлению математических моделей, оптимизации технологических процессов и оценке надежности машин и изделий при подготовке машиностроительного производства с использованием ЭВМ.</p> <p>Лекции (основные темы): Классификация математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям. Достоверность результатов моделирования. Область применения математических моделей и результатов моделирования. Решение задач оптимизации. Линейное программирование. Целочисленное программирование. Транспортная задача. Нелинейное программирование. Математическая обработка результатов наблюдений. Статистические методы оценки качества изделий в машиностроении. Элементы программирования в универсальных системах математического моделирования. Создание математических моделей на ЭВМ.</p> <p>Лабораторные работы: Основы работы с MathCAD. Решение уравнений. Интерполяция и предсказание. Математическая обработка результатов экспериментальных данных. Численное интегрирование и дифференцирование. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.</p>					
Основная литература	<p>1. Ахмадиев Ф.Г. Математическое моделирование и методы оптимизации [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ф.Г. Ахмадиев, Р.М. Гильфанов. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 179 с. — 978-5-7829-0534-7. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/73309.html</p> <p>2. Зариковская Н.В. Математическое моделирование систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Зариковская. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. — 168 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/72124.html</p> <p>3. Мокрова Н.В. Инженерные расчёты в MathCAD. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.В. Мокрова, Е.Л. Гордеева, С.В. Атоян. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2018. — 152 с. — 978-5-4487-0309-6. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/77152.html</p>					
Технические средства	Проекционная аппаратура для презентации лекций и демонстрации иллюстративных материалов. Компьютеры, оснащенные системами «Компас-3D», MathCAD.					
Компетенции	Приобретаются студентами при освоении модуля					
Профессиональные	<p>ПК-1: способность применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах, выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления их изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий.</p> <p>ПК-3: способность участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры их взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых, нравственных аспектов профессиональной деятельности.</p> <p>ПК-11: способность выполнять работы по моделированию продукции и объектов машиностроительных производств с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, применять алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем машиностроительных производств.</p>					
Зачетных единиц	4	Форма проведения занятий	Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Самост. работа
		Всего часов		12	10	10
Виды контроля	Диф.зач /зач/ экз	КП/КР	Условие зачета модуля	Получение оценки 3, 4, 5		Форма проведения самостоятельной работы
формы	Диф. зачет	-				Изучение теорет. материала, выполнение контр. заданий, подготовка к занятиям
Перечень модулей, знание которых необходимо для изучения модуля				Начертательная геометрия, инженерная графика, информатика, методы компьютерного конструирования, математика, детали машин, процессы и операции формообразования (резание материалов, режущий инструмент)		

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – дать будущим инженерам основы знаний, умений и навыков математического моделирования объектов и процессов машиностроительного производства.

Основные задачи дисциплины:

- ознакомление с ролью и местом изучаемой дисциплины в развитии современной техники и технологии;
- ознакомление с объектами моделирования;
- изучение областей применения математических моделей;
- изучение методов оптимизации технологических процессов изготовления деталей и изделий машиностроительных производств.

В результате изучения дисциплины студент должен

знать:

- основные понятия математического моделирования, основные математические модели, применяемые в машиностроении;
- методы моделирования и классификацию объектов моделирования;
- методы оптимизации технологических процессов;

уметь:

- решать типовые задачи, связанные с математическим моделированием процессов машиностроения;
- составлять модели элементов технологических процессов изготовления заготовок, деталей, изделий и машин;

владеть:

- методами математического моделирования;
- навыками решения задач по составлению математических моделей, оптимизации технологических процессов и оценке надежности машин и изделий при подготовке машиностроительного производства с использованием ЭВМ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Математическое моделирование в машиностроении» является дисциплиной по выбору.

Для изучения дисциплины студент должен

знать:

основные теоремы и определения математического анализа, линейной алгебры, теории вероятностей и математической статистики; классификацию деталей машин; основы начертательной геометрии и инженерной графики; основные принципы построения и структуру технологических процессов, структуру прикладного и системного программного обеспечения, основы высшей математики, позволяющей судить о количественных отношениях и пространственных формах, получать математическим путем результаты, прогнозировать, обрабатывать и истолковывать их;

уметь:

использовать полученные знания и изученные алгоритмы при решении задач;

владеть:

навыками математических вычислений, навыками работы с программным обеспечением, учебной литературой.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: начертательная геометрия, инженерная графика, информатика, методы компьютерного конструирования, математика, детали машин, процессы и операции формообразования (резание материалов, режущий инструмент).

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Знания, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

<i>№ n/n</i>	<i>Знания</i>
1.	Основные понятия математического моделирования, основные математические модели, применяемые в машиностроении
2.	Методы моделирования и классификация объектов моделирования
3.	Методы оптимизации технологических процессов

3.2. Умения, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

<i>№ n/n</i>	<i>Умения</i>
1.	Решать типовые задачи, связанные с математическим моделированием процессов машиностроения
2.	Составлять модели элементов технологических процессов изготовления заготовок, деталей, изделий и машин

3.3. Навыки, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

<i>№ n/n</i>	<i>Навыки</i>
1.	Владения методами математического моделирования.
2.	Решения задач по составлению математических моделей, оптимизации технологических процессов и оценке надежности машин и изделий при подготовке машиностроительного производства с использованием ЭВМ

3.4. Компетенции, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

<i>Компетенции</i>	<i>Знания</i>	<i>Умения</i>	<i>Навыки</i>
ПК-1: способность применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах, выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления их изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий.	1-3	1,2	1,2
ПК-3: способность участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры их взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых, нравственных аспектов профессиональной деятельности.	1-3	1,2	1,2
ПК-11: способность выполнять работы по моделированию продукции и объектов машиностроительных производств с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, применять алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем машиностроительных производств.	1-3	1,2	1,2

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самост. работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			лек	прак	лаб	СРС	
1.	Классификация математических моделей.	6	1			10	Контрольная работа
2.	Линейное программирование.	6	2	2	2	20	
3.	Теория двойственности.	6	1			10	Защита лабораторных работ
4.	Целочисленное программирование.	6	2	2	2	14	
5.	Транспортная задача.	6	2	2	2	16	Защита лабораторных работ
6.	Нелинейное программирование.	6	1	1	1	12	
7.	Математическая обработка результатов наблюдений.	6	2	2	2	16	Контрольная работа Тест
8.	Элементы теории игр. Элементы программирования в универсальных системах математического моделирования	6	1	1	1	12	
	Подготовка к зачету	6				4	Диф. зачет
	Всего		12	10	10	110 (114)	
	В том числе контроль самостоятельной работы			2			

4.2. Содержание разделов курса

№ п/п	Раздел дисциплины	Знания	Умения	Навыки
1.	Классификация математических моделей. Общие понятия математического моделирования в машиностроении. Задачи моделирования физических процессов и технологических систем. Требования, предъявляемые к математическим моделям. Достоверность результатов моделирования. Область применения математических моделей и результатов моделирования. Математические модели объектов изготовления. Математические модели технологических процессов изготовления деталей и сборки изделий. Математические модели этапов проектирования технологических процессов. Формы представления математических моделей. Классификация математических моделей.	1		
2.	Линейное программирование. Графический метод решения задач линейного программирования Симплексный метод. Метод искусственного базиса. Практическое применение линейного программирования при решении задач оптимизации, в том числе режимов резания	1,2,3	1,2	1,2
3.	Теория двойственности. Правило построения двойственных задач. Первая и вторая теоремы двойственности	1,2	1	1

4.	Целочисленное программирование. Метод Гомори.	1,2,3	1,2	1,2
5.	Транспортная задача. Закрытая и открытая транспортная задача.	1,2	1	1
6.	Нелинейное программирование. Графический метод решения задач нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа. Функции нескольких переменных. Экстремум функций нескольких переменных. Условный экстремум	1,2,3	1,2	1,2
7.	Математическая обработка результатов наблюдений. Применение методов математической статистики к обработке результатов измерений. Метод наименьших квадратов. Определение параметров эмпирических формул. Статистические методы оценки качества изделий в машиностроении	1,2,3	1,2	1,2
8.	Элементы теории игр. Элементы программирования в универсальных системах математического моделирования Матричные игры. Правило доминирования. Биматричные игры. Другие виды матричных игр. Элементы программирования и создание математических моделей на ЭВМ	1,2	1	1

4.3. Наименование тем практических занятий, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела	Темы и содержание занятий	Кол-во часов
1.	2	<i>Линейное программирование</i> Графический метод решения задач линейного программирования. Практическое применение линейного программирования при решении задач оптимизации, в том числе режимов резания	2
2.	4	<i>Целочисленное программирование.</i> Метод Гомори.	2
3.	5	<i>Транспортная задача.</i> Закрытая и открытая транспортная задача.	2
4.	6	<i>Нелинейное программирование.</i> Графический метод решения задач нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа. Функции нескольких переменных. Экстремум функций нескольких переменных. Условный экстремум	1
5.	7	<i>Математическая обработка результатов наблюдений. Элементы программирования в универсальных системах математического моделирования</i> Применение методов математической статистики к обработке результатов измерений. Статистические методы оценки качества изделий в машиностроении. Элементы программирования и создание математических моделей на ЭВМ	2
6.	8	<i>Элементы теории игр. Элементы программирования в универсальных системах математического моделирования</i> Матричные игры. Правило доминирования. Биматричные игры. Другие виды матричных игр. Элементы программирования и создание математических моделей на ЭВМ	1
Всего			10

4.4. Наименование тем лабораторных работ, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	<i>Линейное программирование</i> Графический метод решения задач линейного программирования. Практическое применение линейного программирования при решении задач оптимизации, в том числе режимов резания	2
2	4	<i>Целочисленное программирование.</i> Метод Гомори.	2
3	5	<i>Транспортная задача.</i> Закрытая и открытая транспортная задача.	2
4	6	<i>Нелинейное программирование.</i> Графический метод решения задач нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа. Функции нескольких переменных. Экстремум функций нескольких переменных. Условный экстремум	1
5	7	<i>Математическая обработка результатов наблюдений.</i> Основы работы с MathCAD. Решение уравнений. Интерполяция и предсказание. Математическая обработка результатов экспериментальных данных. Численное интегрирование и дифференцирование. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.	2
6	8	<i>Элементы теории игр. Элементы программирования в универсальных системах математического моделирования</i> Матричные игры. Правило доминирования. Биматричные игры. Другие виды матричных игр. Элементы программирования и создание математических моделей на ЭВМ	1
		Всего	10

5. СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Содержание самостоятельной работы

№ п/п	№ раздела	Наименование тем	Трудоемкость (час)
1	1	Математические модели объектов изготовления. Математические модели технологических процессов изготовления деталей и сборки изделий. Математические модели этапов проектирования технологических процессов. Формы представления математических моделей.	10
2	2	Симплексный метод. Метод искусственного базиса. Практическое применение линейного программирования при решении задач оптимизации	20
3	3	Особенности решения двойственных задач. Первая и вторая теоремы двойственности	10
4	4	Особенности решения задач целочисленного программирования. Метод Гомори.	14
5	5	Особенности решения транспортных задач. Закрытая и открытая транспортная задача.	16
6	6	Метод множителей Лагранжа. Функции нескольких переменных. Экстремум функций нескольких переменных. Условный экстремум	12
7	7	Применение методов математической статистики к обработке результатов измерений. Метод наименьших квадратов. Определение параметров эмпирических формул.	16
8	8	Правило доминирования. Биматричные игры. Другие виды матричных игр. Особенности создания математических моделей на ЭВМ	12
		Подготовка к зачету	2
		Всего	112

5.2. Оценочные средства

Оценочные средства, используемые для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по итогам освоения дисциплины, их виды и формы, требования к ним и шкалы оценивания приведены в приложении к рабочей программе дисциплины «Фонд оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование в машиностроении»», которое оформляется в виде отдельного документа.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература

1. Ахмадиев Ф.Г. Математическое моделирование и методы оптимизации [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ф.Г. Ахмадиев, Р.М. Гильфанов. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 179 с. — 978-5-7829-0534-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73309.html>

2. Математическое моделирование. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.А. Коробова [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский госу-

дарственный университет инженерных технологий, 2017. — 112 с. — 978-5-00032-247-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70808.html>

3. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Ашихмин [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2016. — 440 с. — 978-5-98704-637-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66414.html>

4. Зариковская Н.В. Математическое моделирование систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Зариковская. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. — 168 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72124.html>

5. Мокрова Н.В. Инженерные расчёты в MathCAD. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Мокрова, Е.Л. Гордеева, С.В. Атоян. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2018. — 152 с. — 978-5-4487-0309-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/77152.html>

6. Методы оптимизации в примерах в пакете MathCAD 15. Часть I [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.В. Кудрявцева [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2016. — 166 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67288.html>

7. Методы оптимизации в примерах в пакете MathCad 15. Часть II [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Рыков [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2016. — 178 с. — 978-5-9906483-1-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67287.html>

8. Практикум по работе в математическом пакете MathCAD [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Рыков [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2015. — 87 с. — 978-5-9906483-0-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67566.html>

6.2. Дополнительная литература

1. Псигин Ю.В., Веткасов Н.И. Основы математического моделирования производственных процессов: учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2006.

2. Пантелеев, А.В., Летова, Т.А. Методы оптимизации в примерах и задачах: Учеб.пособие.- М.: «Высшая школа».-2002.

3. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учеб. Для вузов.-М.- «Высшая школа», 2001.

4. Пестрецов С.И. Компьютерное моделирование и оптимизация процессов резания: учебное пособие. – Тамбов: ТГТУ, 2009. -104 с.

5. Черный А.А. Математическое моделирование: Учебное пособие. -Пенза: Изд-во ПГУ, 2011.-256 с.

6. Определение оптимальных режимов обработки с использованием ЭВМ. Токарная обработка: Метод. указ. к лаб. работе / Самар. гос. техн. ун-т; сост. В А Дмитриев. - Самара, 2003.

7. Боголюбова М.Н. Системный анализ и математическое моделирование в машиностроении: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. -123 с.

8. С. В. Поршнева, И. В. Беленкова. Численные методы на базе Mathcad. С-Пб: БХВ-Петербург, 2005 – 456 с.

9. Ю. Е. Воскобойников, А.Ф. Задорожный, Л.А. Литвинов, Ю.Г. Черный. Основы вычислений и программирования в пакете MathCAD: учеб. пособие. – Новосибирск: НГАСУ, 2012. – 212 с.

10. В.В. Лебедев. Ведение расчетов с помощью системы MathCAD 14: Учебно-методическое пособие. – Пермь: НИУ ВШЭ ПФ, 2013. - 48 с.

11. Новиковский Е.А. Работа в MathCAD 15: Учеб. пособие. – Барнаул: АлтГТУ, 2013. – 114 с.

12. Молоков К.А., Славгородская А.В., Китаев М.В. Компьютерные технологии в машиностроении: методические указания. – Владивосток: ДВФУ, 2013. – 40 с.

13. В.Ф. Очков. Mathcad 14 для студентов и инженеров. С.-Пб.: БХВ-Петербург, 2009. – 512 с.: ил.

6.3. Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет

1. Моделирование систем: учебное пособие / И.А. Елизаров, Ю.Ф. Мартемьянов, А.Г. Схиртладзе, А.А. Третьяков. - Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2011. - 96 с. (<http://window.edu.ru/resource/465/76465>)
2. Веткасов Н.И., Псигин Ю.В. Применение методов теории графов и линейного программирования для решения производственных и технологических задач: Методические указания. - Ульяновск: УлГТУ, 2001. - 36 с. (<http://window.edu.ru/resource/324/26324>)
3. Булыжев Е.М., Богданов А.Ю., Богданов В.В. и др. Математическое моделирование и исследование технологии и техники применения смазочно-охлаждающих жидкостей в машиностроении и металлургии. - Ульяновск: УлГТУ, 2001. - 126 с. (<http://window.edu.ru/resource/262/26262>)
4. Саталкина Л.В. Математическое моделирование [Электронный ресурс] : задачи и методы механики. Учебное пособие / Л.В. Саталкина, В.Б. Пеньков. — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. — 97 с. — 978-5-88247-584-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22880.html>

6.4. Программное обеспечение

1. Операционная система Windows.
2. Прикладные программы Microsoft Office (Word, PowerPoint, Excel).
3. Foxit Reader (работа с PDF-файлами).
4. MathCAD.
5. Компас-3D.

6.5. Методические указания

1. Овсянников А.В. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Математическое моделирование в машиностроении». – Глазов: Глазовский инженерно-экономический институт, 2018.

6.6. Электронно-библиотечные системы и электронные базы данных

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks
<http://istu.ru/material/elektronno-bibliotechnaya-sistema-iprbooks>
2. Национальная электронная библиотека - <http://нэб.рф>.
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU –
<https://elibrary.ru/defaultx.asp>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий с перечнем основного оборудования
1	Мультимедийные лекционные аудитории 201, 207, 407. Оборудование: компьютер или ноутбук, проектор, экран.
2	Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, оборудованные доской, столами, стульями (ауд. 401, 405)
3	Учебные аудитории для проведения практических занятий и лабораторных работ, оборудованные доской, экраном, проектором, компьютерами с необходимым программным обеспечением, с возможностью подключения к сети «Интернет», столами, стульями (ауд. 209).
4	Учебные аудитории для организации и проведения самостоятельной работы студентов, оборудованные доской, компьютерами с необходимым программным обеспечением, с возможностью подключения к сети «Интернет», столами, стульями (ауд. 209).