


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

**УТВЕРЖДЕНО**  
 решением Ученого совета факультета математики,  
 информационных и авиационных технологий  
 от «18» мая 2021 г., протокол № 4/21

Председатель \_\_\_\_\_ / М.А. Волков  
 «18» мая 2021 г.



### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Математическое моделирование геометрических объектов
Факультет	математики, информационных и авиационных технологий
Кафедра	математического моделирования технических систем
Курс	3

Направление (специальность) 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
*код направления (специальности), полное наименование*

Направленность (профиль/специализация) Автоматизированное управление жизненным циклом продукции  
*полное наименование*

Форма обучения очная, заочная  
*очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются)*

Дата введения в учебный процесс УлГУ: «01» сентября 2021 г.

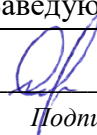
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Павлов П.Ю.	ММТС	Доцент, к.т.н.
Кондратьева А.С.	ММТС	Старший преподаватель

<b>СОГЛАСОВАНО</b>
Заведующий выпускающей кафедрой
 /Санников Игорь Алексеевич/ <i>Подпись</i> <span style="float: right;"><i>расшифровка подписи</i></span>
«18» мая 2021 г.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

**Цели освоения дисциплины:** Получение теоретических знаний и практических умений и навыков в области математического моделирования геометрических объектов.

**Задачи освоения дисциплины:**

- 1) Изучение математического аппарата, используемого для моделирования объектов в САПР
- 2) Изучение основ реализации современных САПР

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:


Данная дисциплина является дисциплиной по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» Основной Профессиональной Образовательной Программы по направлению «15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств» по профилю «Автоматизированное управление жизненным циклом продукции».

Данная дисциплина базируется на входных знаниях, умениях, навыках и компетенциях студента, полученных им при изучении предшествующих учебных дисциплин:

- Введение в технологию машиностроения
- Физика
- Материаловедение
- Прикладная механика
- Инновационная экономика и технологическое предпринимательство
- Сопротивление материалов
- Численные методы решения краевых задач
- Автоматизированные системы инженерного анализа
- Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
- Технология машиностроения
- Основы конструирования
- Математическое моделирование механических конструкций

Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении последующих дисциплин:


- Экономика и управление производством
- Технологическое оснащение автоматизированных производств
- Метрология, стандартизация и сертификация
- Динамика и прочность конструкций изделий авиационной техники
- Числовое программное управление станочным оборудованием
- Проектирование технологических процессов для станков с ЧПУ
- Научно-исследовательская работа
- Современные системы для расчета и анализа динамических и прочностных характеристик изделий
- Инженерный анализ свойств сборочных авиационных конструкций
- Технологии изготовления деталей и конструкций из композиционных материалов
- Технология конструкционных материалов
- Преддипломная практика
- Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

- Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

### **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК-1 - способностью использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	<p>Знать:</p> <p>Основные закономерности математического аппарата систем автоматизированного проектирования, используемых при проектировании и изготовлении продукции для обеспечения требуемого качества, заданного количества</p> <p>Уметь:</p> <p>Выполнять вычисления, используя закономерности математического аппарата систем автоматизированного проектирования, используемых при проектировании и изготовлении продукции для обеспечения требуемого качества, заданного количества</p> <p>Владеть:</p> <p>Навыками моделирования геометрических объектов на основе математических преобразований</p>
ПК-2 - способностью выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий	<p>Знать:</p> <p>Основы аналитических и численных методов, используемых в системах автоматизированного проектирования, используемых при проектировании и изготовлении изделий</p> <p>Уметь:</p> <p>Выполнять вычисления, используя аналитические и численные методы систем автоматизированного проектирования при проектировании и изготовлении изделий</p> <p>Владеть:</p> <p>Навыками моделирования геометрических объектов на основе математических преобразований</p>

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		


#### 4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) 3

##### 4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах)

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения очная)			
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам		
		6	4	5
1	2	3	4	5
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	72	72		
Аудиторные занятия:	72	72		
• лекции	36	36		
• семинары и практические занятия	18	18		
• лабораторные работы, практикумы	18	18		
Самостоятельная работа	36	36		
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	выполнение лабораторных работ, решение контрольных примеров	выполнение лабораторных работ, решение контрольных примеров		
Курсовая работа	-	-		
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	зачёт	зачёт		
Всего часов по дисциплине	108	108		

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения заочная)			
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам		
		6	4	5
1	2	3	4	5
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	14	14		
Аудиторные занятия:	14	14		
• лекции	6	6		
• семинары и	4	4		


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

практические занятия				
• лабораторные работы, практикумы	4	4		
Самостоятельная работа	90	90		
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	выполнение лабораторных работ, решение контрольных примеров	выполнение лабораторных работ, решение контрольных примеров		
Курсовая работа	-	-		
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	зачёт	зачёт		
Всего часов по дисциплине	108	108		

#### 4.3. Содержание дисциплины. Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения очная


Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Геометрическое моделирование	10	4	2			4	Опрос
2. Базовые геометрические объекты	26	8	4	8	8	6	Проверка выполнения лабораторных работ, проверка выполнения расчёта
3. Инженерные кривые и поверхности	30	8	4	10	10	8	Проверка выполнения

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

							ния лабораторных работ, проверка выполнения расчёта
4. Обмен геометрическим и данными	10	4	2			4	Опрос
5. Вариационное моделирование: алгебраический подход	14	6	2			6	Опрос
6. Инженерия знаний в САПР	18	6	4			8	Опрос
Итого	108	36	18	18	18	36	

#### Форма обучения заочная

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Геометрическое моделирование	10					10	Опрос
2. Базовые геометрические объекты	26		1	2		23	Проверка выполнения лабораторных работ, проверка выполнения расчёта
3. Инженерные кривые и поверхности	28		2	6		18	Проверка выполнения лабораторных работ, проверка

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

							выполнен ия расчёта
4. Обмен геометрическим и данными	10		0,5			9,5	Опрос
5. Вариационное моделирование: алгебраический подход	14					14	Опрос
6. Инженерия знаний в САПР	18		0,5			17,5	Опрос
Зачёт	4					4	
Итого	108	0	4	8	8	96	Зачёт

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИЛИНЫ

### 1. Геометрическое моделирование

Автоматизация черчения и геометрическое моделирование. Виды геометрического моделирования. Функции твердотельного моделирования. Декомпозиционные модели. Конструктивные модели. Граничные модели. Корректность граничных моделей. Пакеты геометрического моделирования и их функциональность.

### 2. Базовые геометрические объекты

Аффинное пространство и соглашения о нотации. Способы задания аналитических кривых и поверхностей. Изометрии аффинного пространства. Матричное представление трансформации в аффинном пространстве. Однородные координаты. Углы Эйлера. Экспоненциальное представление трансформации.

### 3. Инженерные кривые и поверхности


Кусочные кривые и их гладкость. Билинейный лоскут. Поверхности сдвига и вращения. Линейчатая поверхность Лоскут Кунса. Эрмитова кривая, бикубическая поверхность и лоскут Фергюсона. Кривые и поверхности Безье. Алгоритм де Кастельжо. В-сплайны и В-сплайновые поверхности. Рациональные кривые и поверхности. Интерполяционные кривые и поверхности.

### 4. Обмен геометрическими данными

Стандарты обмена геометрическими данными. Формат IGES. Формат DXF. Формат STEP.

### 5. Вариационное моделирование: алгебраический подход

Параметры, ограничения и вариационные модели. Создание эскизов и проектирование сборок. Задача размещения геометрических объектов и ее характеристики. Вариационный геометрический решатель. Способы алгебраического моделирования геометрической задачи. Метрический тензор геометрической задачи. Методы символьного упрощения систем алгебраических уравнений. Декомпозиция

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Далмеджа–Мендельсона. Метод Ньютона–Рафсона. Решение систем линейных уравнений  
Методы координатного и градиентного спуска.

## 6. Инженерия знаний в САПР

Параметрическое проектирование на основе конструктивных элементов.  
Инженерные параметры. Отношения базы знаний. Параметрическая оптимизация.  
Экспертные знания и производственные системы.

## 6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

### 1. Геометрическое моделирование (семинар)

Автоматизация черчения и геометрическое моделирование. Виды геометрического моделирования. Функции твердотельного моделирования. Декомпозиционные модели. Конструктивные модели. Граничные модели. Корректность граничных моделей. Пакеты геометрического моделирования и их функциональность.

#### Вопросы по теме:

1. Опишите разницу между автоматизацией черчения и геометрическим моделированием.
  2. Назовите и опишите виды геометрического моделирования.
  3. Каковы основные функции твердотельного (объемного) моделирования?
  4. Опишите три вида декомпозиционных моделей.
  5. Что такое CSG-дерево? Опишите алгоритм перевода CSG-дерева в октантное дерево.
  6. В чем разница между геометрией и топологией граничной модели? Опишите структуры данных VRer.
  7. Приведите формулу Эйлера–Пуанкаре и опишите операторы Эйлера. Какими свойствами они обладают?
  8. Что такое объемные параметры и как они рассчитываются по граничной модели?
  9. Какова базовая функциональность пакетов геометрического моделирования?
- Приведите примеры таких пакетов.


### 2. Базовые геометрические объекты (семинар и практическое занятие)

Аффинное пространство и соглашения о нотации. Способы задания аналитических кривых и поверхностей. Изометрии аффинного пространства. Матричное представление трансформации в аффинном пространстве. Однородные координаты. Углы Эйлера. Экспоненциальное представление трансформации.

#### Вопросы по теме:

1. Назовите основные способы задания кривых и поверхностей в трехмерном аффинном пространстве. Приведите примеры.
2. Назовите основные классы трансформаций в трехмерном аффинном пространстве. Какими геометрическими параметрами они характеризуются?
3. Опишите матричное представление трансформации в трехмерном аффинном пространстве и назовите его свойства.
4. Приведите алгоритмы вычисления матричного представления трехмерной



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

трансформации по ее геометрическим параметрам и наоборот.

5. Что такое однородные координаты? В чем преимущества их использования для представления трансформаций в трехмерном аффинном пространстве?

6. Дайте определение углов Эйлера. Приведите алгоритмы вычисления трансформации с заданными углами Эйлера и вычисления углов Эйлера по трансформации, заданной в матричном виде.

**Задание по теме:**

Выполните вычисление положения точек заданного треугольника после применения трансформации в трехмерном аффинном пространстве, используя матричные преобразования в однородных координатах.

**3. Инженерные кривые и поверхности (семинар и практическое занятие)**

Кусочные кривые и их гладкость. Билинейный лоскут. Поверхности сдвига и вращения. Линейчатая поверхность Лоскут Кунса. Эрмитова кривая, бикубическая поверхность и лоскут Фергюсона. Кривые и поверхности Безье. Алгоритм де Кастельжо. В-сплайны и В-сплайновые поверхности. Рациональные кривые и поверхности. Интерполяционные кривые и поверхности.

**Вопросы по теме:**

1. Дайте определение  $C^n$  и  $G^n$  гладкости кривых и поверхностей. Какой класс гладкости является предпочтительным на практике и почему?
2. Что такое билинейный лоскут и лоскут Кунса? Каковы их геометрические свойства?
3. Какие существуют способы задания поверхности по двум кривым?
4. В чем разница между Эрмитовой и кубической кривыми? Выведите формулу задания Эрмитовой кривой.
5. Как задается бикубическая поверхность? Что такое лоскут Фергюсона?
6. Дайте определение кривой Безье. Каковы ее геометрические свойства?
7. Опишите алгоритм де Кастельжо и объясните, как с его помощью можно построить кривую Безье шестой степени.
8. Как задаются однородные В-сплайновые кривые и поверхности?
9. Что такое NURBS? Какие классы кривых и поверхностей описываются с помощью NURBS?

**Задание по теме:**


Вычислите промежуточные точки кривой Безье третьей степени на основании заданной геометрии фигуры.

**4. Обмен геометрическими данными (семинар)**

Стандарты обмена геометрическими данными. Формат IGES. Формат DXF. Формат STEP.

**Вопросы по теме:**

1. Опишите типичные схемы обмена геометрическими данными между CAD-системами.
2. Опишите формат IGES.
3. Опишите формат DXF. Какова область его применения?

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

4. Опишите формат STEP. В чем его преимущества перед IGES?

### **5. Вариационное моделирование: алгебраический подход (семинар)**

Параметры, ограничения и вариационные модели. Создание эскизов и проектирование сборок. Задача размещения геометрических объектов и ее характеристики. Вариационный геометрический решатель. Способы алгебраического моделирования геометрической задачи. Метрический тензор геометрической задачи. Методы символьного упрощения систем алгебраических уравнений. Декомпозиция Далмеджа–Мендельсона. Метод Ньютона–Рафсона. Решение систем линейных уравнений. Методы координатного и градиентного спуска.

#### **Вопросы по теме:**


1. Дайте определение вариационной параметрической модели.
2. Опишите области приложения вариационного моделирования.
3. Дайте определение задаче размещения геометрических объектов и объясните смысл понятий недоопределенность, переопределенность, хорошая определенность, жесткость, избыточность и сингулярность.
4. Что такое вариационный геометрический решатель? Приведите примеры.
5. В чем разница между декартовым и относительным моделированием задачи удовлетворения геометрическим ограничениям?
6. Опишите тензорное моделирование задачи размещения геометрических объектов. В чем состоят его преимущества?
7. Опишите методы символьного упрощения систем алгебраических уравнений.
8. Опишите методы декомпозиции систем алгебраических уравнений.
9. Опишите метод Ньютона–Рафсона. Какие методы решения систем линейных алгебраических уравнений могут использоваться совместно с ним?
10. Опишите методы релаксации и градиентного спуска. В чем их преимущества и недостатки по сравнению с методом Ньютона–Рафсона?

### **6. Инженерия знаний в САПР (семинар)**

Параметрическое проектирование на основе конструктивных элементов. Инженерные параметры. Отношения базы знаний. Параметрическая оптимизация. Экспертные знания. и производственные системы.

#### **Вопросы по теме:**

1. Опишите схему «прототип–экземпляр» для моделирования конструктивных элементов.
2. Что такое цикл обновления конструктивного элемента?
3. Для чего используются инженерные параметры?
4. Опишите типичные отношения базы знаний.
5. Что такое параметрическая оптимизация в САПР? Приведите примеры.
6. Что такое «черный ящик» в контексте параметрической оптимизации? Приведите пример цикла обновления модели при оптимизации.
7. Как в САПР задаются экспертные знания?

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

## 7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

### Лабораторные работы по теме «Трансформации трехмерного аффинного пространства»

Выполнение трансформации кривой в трехмерном аффинном пространстве.

Целью работы является закрепление знаний матричной реализации трансформации в однородных координатах.

Лабораторная работа выполняется с применением программы MS Excel на основании методических рекомендаций по выполнению лабораторных работ.

### Лабораторные работы по теме «Построение кривых третьего порядка»

1. Построение кривой заданной формы в форме Эрмита.

Целью работы является закрепление знаний математического описания кривой и получение заданной формы путём изменения соответствующих управляющих элементов.

Лабораторная работа выполняется с применением программы Maple на основании методических рекомендаций по выполнению лабораторных работ.

2. Построение кривой заданной формы в форме Безье.

Целью работы является закрепление знаний математического описания кривой и получение заданной формы путём изменения соответствующих управляющих элементов.

Лабораторная работа выполняется с применением программы Maple на основании методических рекомендаций по выполнению лабораторных работ.

3. Построение кривой заданной формы в форме периодического B-сплайна.

Целью работы является закрепление знаний математического описания кривой и получение заданной формы путём изменения соответствующих управляющих элементов.

Лабораторная работа выполняется с применением программы Maple на основании методических рекомендаций по выполнению лабораторных работ.

### Лабораторные работы по теме «Построение поверхностей»


1. Построение поверхности Кунса заданной формы.

Целью работы является закрепление знаний математического описания поверхности и получение заданной формы путём изменения соответствующих управляющих элементов.

Лабораторная работа выполняется с применением программы Maple на основании методических рекомендаций по выполнению лабораторных работ.

Лабораторные работы выполняются по методическим указаниям:

Кондратьева А. С. Математическое моделирование геометрических объектов: учебно-методическое пособие для студентов направлений бакалавриата очной и заочной форм обучения факультета математики, информационных и авиационных технологий Ульяновского государственного университета / А. С. Кондратьева; УлГУ, ФМИиАТ. - Ульяновск: УлГУ, 2019. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 5,92 МБ). - Текст: электронный. <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/5731>


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

## 8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

*Данный вид работы не предусмотрен УП.*

### 9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ (ЗАЧЕТУ)

1. Автоматизация черчения и геометрическое моделирование.
2. Виды геометрического моделирования.
3. Функции твердотельного моделирования.
4. Декомпозиционные модели.
5. Конструктивные модели.
6. Граничные модели.
7. Корректность граничных моделей.
8. Пакеты геометрического моделирования и их функциональность.
9. Аффинное пространство и соглашение о нотации.
10. Способы задания аналитических кривых и поверхностей.
11. Изометрии аффинного пространства.
12. Матричное представление трансформации в аффинном пространстве.
13. Однородные координаты.
14. Углы Эйлера.
15. Экспоненциальное представление трансформации.
16. Кусочные кривые и их гладкость.
17. Билинейный лоскут.
18. Поверхности сдвига и вращения.
19. Линейчатая поверхность Лоскут Кунса.
20. Эрмитова кривая, бикубическая поверхность и лоскут Фергюсона.
21. Кривые и поверхности Безье.
22. Алгоритм де Кастельжо.
23. В-сплайны и В-сплайновые поверхности.
24. Рациональные кривые и поверхности.
25. Интерполяционные кривые и поверхности.
26. Стандарты обмена геометрическими данными.
27. Формат IGES.
28. Формат DXF.
29. Формат STEP.
30. Параметры, ограничения и вариационные модели.
31. Создание эскизов и проектирование сборок.
32. Задача размещения геометрических объектов и ее характеристики.
33. Вариационный геометрический решатель.
34. Способы алгебраического моделирования геометрической задачи.
35. Метрический тензор геометрической задачи.
36. Методы символьного упрощения систем алгебраических уравнений.
37. Декомпозиция Далмеджа–Мендельсона.
38. Метод Ньютона–Рафсона.
39. Решение систем линейных уравнений Методы координатного и градиентного спуска.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

40. Параметрическое проектирование на основе конструктивных элементов.
41. Инженерные параметры.
42. Отношения базы знаний.
43. Параметрическая оптимизация.
44. Экспертные знания и производственные системы.


## 10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Форма обучения очная


Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы ( <i>проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.</i> )	Объем в часах	Форма контроля ( <i>проверка решения задач, реферата и др.</i> )
1. Геометрическое моделирование	<i>проработка учебного материала</i>	4	Опрос
2. Базовые геометрические объекты	<i>проработка учебного материала, выполнение расчёта трансформации простой фигуры, выполнение лабораторной работы</i>	6	Проверка выполнения лабораторных работ, проверка выполнения расчёта
3. Инженерные кривые и поверхности	<i>проработка учебного материала, выполнение расчёта трансформации простой фигуры, выполнение лабораторных работ</i>	8	Проверка выполнения лабораторных работ, проверка выполнения расчёта
4. Обмен геометрическими данными	<i>проработка учебного материала</i>	4	Опрос
5. Вариационное моделирование: алгебраический подход	<i>проработка учебного материала</i>	6	Опрос
6. Инженерия знаний в САПР	<i>проработка учебного материала</i>	8	Опрос

Форма обучения заочная

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы ( <i>проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.</i> )	Объем в часах	Форма контроля ( <i>проверка решения задач,</i>

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

			<i>реферата и др.)</i>
1. Геометрическое моделирование	<i>проработка учебного материала</i>	10	Опрос
2. Базовые геометрические объекты	<i>проработка учебного материала, выполнение расчёта трансформации простой фигуры, выполнение лабораторной работы</i>	23	Проверка выполнения лабораторных работ, проверка выполнения расчёта
3. Инженерные кривые и поверхности	<i>проработка учебного материала, выполнение расчёта трансформации простой фигуры, выполнение лабораторных работ</i>	18	Проверка выполнения лабораторных работ, проверка выполнения расчёта
4. Обмен геометрическими данными	<i>проработка учебного материала</i>	9,5	Опрос
5. Вариационное моделирование: алгебраический подход	<i>проработка учебного материала</i>	14	Опрос
6. Инженерия знаний в САПР	<i>проработка учебного материала</i>	17,5	Опрос

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы

#### основная

1. Ушаков, Д. М. Введение в математические основы САПР: курс лекций / Д. М. Ушаков. — 2-е изд. — Саратов: Профобразование, 2019. — 208 с. — ISBN 978-5-4488-0098-6. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/87987.html>
2. Голованов, Н. Н. Геометрическое моделирование / Голованов Н. Н. - Москва: ДМК Пресс, 2020. - 406 с. - ISBN 978-5-97060-806-7. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970608067.html>

#### дополнительная

1. Лисяк, В. В. Основы геометрического моделирования : учебное пособие / В. В. Лисяк. — Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018. — 91 с. — ISBN 978-5-9275-2845-5. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/87736.html>
2. Сагадеев, В. В. Основы моделирования геометрических тел : учебное пособие/ В. В. Сагадеев, С. Н. Михайлова, Р. Н. Хусаинов, И. Н. Поникарова, С. В. Юшко - Казань : Издательство КНИТУ, 2016. - 208 с. - ISBN 978-5-7882-2038-3. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788220383.html>
3. Обуховский, А. Д. Геометрическое моделирование аэродинамических обводов: учебное пособие / А. Д. Обуховский. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 66 с. — ISBN 978-5-7782-3605-9. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91258.html>


#### учебно-методическая (разработанная НПР, реализующими ОПОП ВО)

1. Кондратьева А. С. Математическое моделирование геометрических объектов: учебно-методическое пособие для студентов направлений бакалавриата очной и заочной форм обучения факультета математики, информационных и авиационных технологий Ульяновского государственного университета / А. С. Кондратьева; УлГУ, ФМИиАТ. - Ульяновск: УлГУ, 2019. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. - Текст: электронный. <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/5731>
2. Кондратьева А.С., Павлов П.Ю. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Математическое моделирование геометрических объектов» / П.Ю. Павлов, А.С. Кондратьева; УлГУ, Фак. математики, информ. и авиац. технологий. - Ульяновск: УлГУ, 2019. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. - Текст: электронный. <http://lib.ulsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/7034>

Согласовано:

**ДИРЕКТОР НБ**
**БУРХАНОВА М.М.**
*[подпись]*
\_\_\_\_\_

Должность сотрудника научной библиотеки
ФИО
подпись
дата

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

**б) Программное обеспечение Maple, MS Excel**

**в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

**1. Электронно-библиотечные системы:**

1.1. **IPRbooks** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / группа компаний Ай Пи Эр Медиа . - Электрон. дан. - Саратов, [2019]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>.

1.2. **ЮРАЙТ** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru>.

1.3. **Консультант студента** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / ООО Политехресурс. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/pages/catalogue.html>.

1.4. **Лань** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / ООО ЭБС Лань. - Электрон. дан. – С.-Петербург, [2019]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com>.

1.5. **Znanium.com** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / ООО Знаниум. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <http://znanium.com>

2. **КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /Компания «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва: КонсультантПлюс, [2019].

3. **База данных периодических изданий** [Электронный ресурс]: электронные журналы / ООО ИВИС. - Электрон. дан. - Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>.

4. **Национальная электронная библиотека** [Электронный ресурс]: электронная библиотека. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://нэб.рф>.

5. **Электронная библиотека диссертаций РГБ** [Электронный ресурс]: электронная библиотека / ФГБУ РГБ. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://dvs.rsl.ru>.

**6. Федеральные информационно-образовательные порталы:**

6.1. Информационная система **Единое окно доступа к образовательным ресурсам**. Режим доступа: <http://window.edu.ru>

6.2. Федеральный портал **Российское образование**. Режим доступа: <http://www.edu.ru>

**7. Образовательные ресурсы УлГУ:**

7.1. Электронная библиотека УлГУ. Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>

7.2. Образовательный портал УлГУ. Режим доступа: <http://edu.ulsu.ru>

Согласовано:

Зам. начальника УИТиТ / Клочкова А.В. /

Должность, сотрудника УИТиТ

ФИО



подпись


дата

**12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:**

Аудитории для проведения семинарских занятий, для выполнения лабораторных работ, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе.



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

### 13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;


– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации;


В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик

  
подпись

  
должность

  
ФИО

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

### ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Содержание изменения или ссылка на прилагаемый текст изменения	ФИО заведующего кафедрой, реализующей дисциплину/выпускающей кафедрой	Подпись	Дата
1				
2				
3				