


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 «17» мая 2022 г., протокол № 4/22

Председатель

/ М.А. Волков  
 «17» мая 2022 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Задачи динамики и прочности конструкций
Факультет	Математики, информационных и авиационных технологий
Кафедра	Математического моделирования технических систем
Курс	2

Направление (специальность) 27.04.03 - Системный анализ и управление  
*код направления (специальности), полное наименование*

Направленность (профиль/специализация) "Интегрированные системы управления производством"  
*полное наименование*

Форма обучения - очная

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

Дата введения в учебный процесс УлГУ:

«01» сентября 2022 г.

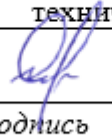
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.


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
Калинов Е.Д.	ММТС	ст. преподаватель

<b>СОГЛАСОВАНО</b>	
Заведующий выпускающей кафедрой математического моделирования технических систем	
	/Санников И.А./
Подпись	ФИО
	«17» мая 2022 г.

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

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

**Цели освоения дисциплины:** освоения дисциплины: формирование высокопрофессиональных кадров, обладающих высоким потенциалом в области решения задач динамики инженерного анализа средствами численного моделирования в соответствии с долгосрочными тенденциями развития авиастроительной отрасли в условиях цифрового производства.

**Задачи освоения дисциплины:**

1. Дать обучающимся комплекс теоретических знаний, охватывающих принципы организации и управления цифровым производством предприятия авиастроения, разработки производственных процессов, управления операционной деятельностью цехов, реализации проектов модернизации производства и повышения качества продукции.
2. Развить у обучающихся навыки проведения моделирования и расчета процессов создания деталей и средств технологического обеспечения с использованием систем инженерного анализа и проектирования, выбора методов и разработки алгоритмов решения организационных и производственных задач предприятия авиастроения.
3. Приобретение у обучающихся навыков постановок и решения задач инженерного анализа с использованием специализированных программных комплексов численного моделирования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:


Дисциплина относится к вариативной части Блока Б1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы (ОПОП), устанавливаемой вузом. Дисциплина «Задачи динамики и прочности конструкций» изучается в 3 семестре.

Для ее изучения нужны следующие общекультурные компетенции:

1. Способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выборе пути ее достижения, владением культуры мышления;
2. Способность находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готовность нести за них ответственность;
3. Способность к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства;
4. Способность критически оценивать свои достоинства и недостатки, наметить пути и выбрать средства развития достоинств и устранения недостатков.
5. Полученные в ходе освоения дисциплины профессиональные компетенции будут использоваться в профессиональной деятельности, а также теоретические и практические знания и навыки далее используются при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ.

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

*Перечень формируемых компетенций в процессе освоения материала по дисциплине (модулю) с указанием кода и наименования компетенций, соотнесенных с установленными разработчиком РПД индикаторами достижения каждой компетенции отдельно в соответствии с ФГОС ВПО, ФГОС ВО.*

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


Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ПК-5 Способен участвовать в работах по совершенствованию машиностроительного производства	<b>Знать:</b> Методы инженерных расчётов деталей и конструкций изделий летательных аппаратов с использованием прикладных инструментов <b>Уметь:</b> Использовать современные системы трехмерного математического моделирования при изготовлении изделий авиационной техники <b>Владеть:</b> Навыками работы в прикладных программах инженерных расчётов деталей и конструкций изделий летательных аппаратов

#### 4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) 2

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
		3
1	2	3
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	36	36
Аудиторные занятия:	36	36
Лекции	18	18
Семинары и практические занятия	-	-
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)		
Курсовая работа	-	-

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


Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения очная)	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		3
1	2	3
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	зачёт	зачёт
Всего часов по дисциплине	72	72

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися при проведении занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения.

#### 4.3. Содержание дисциплины (модуля.) 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	
<b>Раздел 1. Механика деформируемого твердого тела</b>							
Тема 1. Основные понятия, уравнения механики сплошных сред	8	2	-	2	2	4	Ответы на вопросы
Тема 2. Задачи механики деформируемого твердого тела	8	2	-	2	2	4	Ответы на вопросы
Тема 3. Механика сплошных сред – основы математического моделирования авиационных конструкций	8	2	-	2	2	4	Ответы на вопросы
Тема 4. Метод конечных элементов	8	2	-	2	2	4	Ответы на вопросы

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


инженерного анализа напряженно-деформированного состояния							
<b>Раздел 2. Методы инженерного анализа математических моделей в условиях цифрового производства</b>							
Тема 1. Метод конечных разностей инженерного анализа взаимодействия летательного аппарата с воздухом	8	2	-	2	2	4	Ответы на вопросы
Тема 2. Математические модели идеального и вязкого газов	8	2	-	2	2	4	Ответы на вопросы
Тема 3. Математические модели изотропного и анизотропного линейно-упругого состояния материала	12	3	-	3	3	6	Ответы на вопросы
Тема 4. Математические модели пластического и вязкоупругого состояний материала	12	3	-	3	3	6	Ответы на вопросы
Итого	72	18	-	18	18	36	зачет

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Раздел 1. Механика деформируемого твердого тела

Тема 1. Основные понятия, уравнения механики сплошных сред.

- Лагранжева и Эйлера системы координат.
- Математические модели, замкнутые системы уравнений, краевые и начальные условия.
- Элементы тензорного анализа.
- Теория размерностей.
- Теория упругости, теория пластичности, теория оболочек, теория колебаний деформируемых тел.

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

Тема 2. Задачи механики деформируемого твердого тела.

- Примеры постановок задач.
- Методы решения основных задач механики деформируемого твердого тела.

Раздел 2. Методы инженерного анализа математических моделей в условиях цифрового производства

Тема 1. Механика сплошных сред – основы математического моделирования авиационных конструкций.

Тема 2. Метод конечных элементов инженерного анализа напряженно-деформированного состояния.

Тема 3. Метод конечных разностей инженерного анализа взаимодействия летательного аппарата с воздухом.

Тема 4. Математические модели идеального и вязкого газов.

Тема 5. Математические модели изотропного и анизотропного линейно-упругого состояния материала.

Тема 6. Математические модели пластического и вязкоупругого состояний материала.

## 6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

*Данный вид работы не предусмотрен УП*

## 7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

Раздел 1. Механика деформируемого твердого тела

Тема 1. Решение задачи о напряженно-деформированном состоянии плоской упругой пластинки, имеющей два отверстия, методом конечных элементов МКЭ.

Цель работы: определение остаточных деформаций и напряжений в плоском однородном теле под действием внешних нагрузок.

Содержание работы: Создание плоского геометрического профиля будущей пластины с заданными конструктивными элементами. Задание свойства материала и осуществление постановки задачи с жесткой заделкой и приложением внешней силы.

Тема 2. Решение задачи об изменении температуры в металле при его переходе из расплавленного состояния в твердое с помощью МКЭ.


Цель работы: определение влияния температурных полей на прочностные характеристики изделия в переходном процессе.

Содержание работы: Подготовка осесимметричной цифровой модели, задание граничных условий температурного профиля. Постановка задачи при взаимодействии твердого тела с расплавленным материалом.

Тема 3. Решение задачи об ударе упругого контейнера о недеформируемую плоскость МКЭ.

Цель работы: определение влияния динамических нагрузок на остаточную деформацию и напряжение, возникающие в теле при контактном ударе с твердым телом.

Содержание работы: Задание граничных условий перемещения двух тел и контактных свойств между ними. Указание скорость соударения двух тел между собой с указанием свойств материала для них.

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

Тема 4. Решение задачи о свободных колебаниях крыла самолета с помощью МКЭ.  
Цель работы: изучение частот свободных колебаний твердого тела. Автоколебания и вынужденные колебания твердого тела под действием внешней силы. Затухающие колебания.

Содержание работы: Задание граничных условий жесткой заделки твердого тела для определения частот свободных колебаний. Постановка задачи для определения автоколебаний и вынужденных колебаний под воздействием внешней силы.

Раздел 2. Методы инженерного анализа математических моделей в условиях цифрового производства

Тема 1. Решение задачи о течении идеальной жидкости или газа в расширяющемся канале (МКЭ)

Цель работы: Изучение принципов численного моделирования движения идеальной жидкости или газа в закрытом окружающем пространстве под действием внутренних и внешних сил.

Содержание работы: Подготовка цифровой модели объемного канала для численного моделирования движения идеальной жидкости или газа. Задание граничных условий на входе и выходе канала, указание внешней температуры и сил, влияющих на движение потока.

Тема 2. Решение задачи о течении вязкой жидкости или газа в расширяющемся канале (МКЭ)

Цель работы: Изучение турбулентного движения потока в расширяющемся потоке при столкновении с препятствием.

Содержание работы: Цифровое проектирование расширяющегося канала и расположенного в нем препятствия в виде твердого деформированного тела. Задание граничных условий на входе и выходе канала, контактного взаимодействия потока с твердым телом, свойства материала для препятствия.

## 8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ


*Данный вид работы не предусмотрен УП*

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

1. Лагранжева и эйлерова системы координат.
2. Индивидуальная, местная, конвективная производные. Найти связь между ними. Физический смысл конвективной производной.
3. Вывести уравнение закона сохранения массы.
4. Тензор второго ранга, его диадное представление.
5. Ввести понятие тензора деформации (на основе рассмотрения деформации физического волокна). Выразить тензор деформаций метрическими тензорами.
6. Раскрыть механический смысл компонент тензора малых деформаций.
7. Получить выражение компонент тензора деформаций через компоненты вектора перемещения.
8. Малые и бесконечно малые деформации. Ввести понятие тензора скоростей деформации. Вывести формулы Стокса.
9. Вывести 2 уравнения Сен-Венана (из 6), исходя из формул Чезаро. Записать 6 уравнений Сен-Венана в общей форме.
10. Ввести тензор напряжений. Построить формулу Коши.
11. На основе анализа поверхности напряжений ввести понятия: главные значения,





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


инженерного анализа напряженно-деформированного состояния			
Тема 1. Метод конечных разностей инженерного анализа взаимодействия летательного аппарата с воздухом	выполнение поставленной задачи	4	проверка решения задач
Тема 2. Математические модели идеального и вязкого газов	выполнение поставленной задачи	4	проверка решения задач
Тема 3. Математические модели изотропного и анизотропного линейно-упругого состояния материала	выполнение поставленной задачи	6	проверка решения задач
Тема 4. Математические модели пластического и вязкоупругого состояний материала	выполнение поставленной задачи	6	проверка решения задач

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы

#### основная

1. Теоретические основы математического моделирования и исследования моделей механики конструкций: учеб. пособие / В. Л. Леонтьев. - Ульяновск: УлГУ, 2006. - 128 с.
2. Сопротивление материалов: учебник / Степин Петр Андреевич. - 12-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2012. - 320 с.: ил. - (Учебники для вузов) (Специальная литература). - Библиогр.: с. 309-310. - ISBN 978-5-8114-1038-5 (в пер.): 744.92.
3. Численные методы решения краевых задач: учеб. пособие для фак. информ. и телеком. технологий и мех.-матем. фак. / Леонтьев Виктор Леонтьевич. - Ульяновск: УлГУ, 2004. - 42 с. - б/п.

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

#### дополнительная

1. Сопротивление материалов: учебник для вузов / Александров Анатолий Васильевич, В. Д. Потапов, Б. П. Державин; под ред. А. В. Александрова. - 7-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2009. - 560 с.: ил. - ISBN 978-5-06-006126-0 (в пер.): 1081.30.


2. Леонтьев В. Л. Базисы гильбертовых пространств и ряды Фурье в численных методах : учеб.-метод. пособие для студентов спец. "Фундаментальная математика и механика", "Компьютерная безопасность", направл. бакалавриата "Прикладная математика и информатика" и аспирантов / В. Л. Леонтьев; УлГУ, Фак. математики, информ. и авиац. технологий, Каф. информ. безопасности и теории управления. - Ульяновск : УлГУ, 2015. - Загл. с титул. экрана; Электрон. версия печ. публикации. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 2,12 Мб). - Текст : электронный.- <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/243>

#### учебно-методическая

1. Ефременков И. В. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Задачи динамики и прочности конструкций» для магистратуры по направлению 27.04.03 Системный анализ и управление / И. В. Ефременков; УлГУ, ФМИиАТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 281 КБ). - Текст: электронный. <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/8943>

Согласовано:

ДИРЕКТОР НБ / БУРХАНОВА М.М. /  / 16.05.2022 г.  
 Должность сотрудника научной библиотеки                      ФИО                      подпись                      дата

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

## б) Программное обеспечение ProCAST, QForm

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

#### 1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2022]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2022]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2022]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. – Москва, [2022]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. – Томск, [2022]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2022]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2022]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.8. Clinical Collection : научно-информационная база данных EBSCO // EBSCOhost : [портал]. – URL: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=9f57a3e1-1191-414b-8763-e97828f9f7e1%40sessionmgr102> . – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

1.9. База данных «Русский как иностранный» : электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». – Саратов, [2022]. – URL: <https://ros-edu.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

**2. КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2022].

#### 3. Базы данных периодических изданий:


3.1. База данных периодических изданий EastView : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2022]. – URL: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

3.2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. – Москва, [2022]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. Электронная библиотека «Издательского дома «Гребенников» (Grebinnikon) : электронная библиотека / ООО ИД Гребенников. – Москва, [2022]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

#### 4. Федеральная государственная информационная система «Национальная



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

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

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для выполнения лабораторных работ и практикумов, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе, указывается в соответствии со сведениями о материально-техническом обеспечении и оснащенности образовательного процесса, размещенными на официальном сайте УлГУ в разделе «Сведения об образовательной организации».

## **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

ст. преп. ММТС

должность

Калинов Е.Д.

ФИО