

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины	2023	

**УТВЕРЖДЕНО**  
 решением Ученого совета факультета математики,  
 информационных и авиационных технологий  
 от «16» мая 2023 г., протокол № 4/23

/ М.А. Волков  
 «16» мая 2023 г.



### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	<i>Введение в инженерный анализ механических конструкций</i>
Факультет	Математики, информационных и авиационных технологий
Кафедра	Математического моделирования технических систем
Курс	3

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

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

Форма

обучения заочная

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

Дата введения в учебный процесс УлГУ: «1» сентября 2023г.

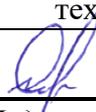
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол №10/22 от 27.06.2023г.

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	Старший преподаватель

<b>СОГЛАСОВАНО</b>	
Заведующий выпускающей кафедрой математического моделирования технических систем	
	/Санников И.А./
Подпись	ФИО
	«16» мая 2023 г.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины	2023	

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

**Цели освоения дисциплины:** Получение теоретических знаний и практических умений в области инженерных расчетов механических конструкций.

**Задачи освоения дисциплины:**

Обеспечить подготовку студентов в соответствии с современными и перспективными потребностями подразделений авиационных предприятий в области применения современных автоматизированных средств инженерного анализа механических конструкций за счет обучения теоретическим основам и формирования умений и навыков.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:

Дисциплина относится к вариативной части Блока Б1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы (ОПОП), устанавливаемой вузом. Дисциплина «Введение в инженерный анализ механических конструкций» изучается в 6 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.

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

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ПК-5 (Способен применять методики расчета изделий машиностроения на прочность)	<p><b>Знать:</b> автоматизированные системы проектирования и анализа технологических процессов;</p> <p><b>Уметь:</b> использовать современные системы трехмерного моделирования при проектировании и изготовлении изделий авиационной техники</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками работы в прикладных программах</p>

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины	2023	

	инженерных расчётов деталей и конструкций изделий АТ и СТО
ПК-9 (Способен применять методики расчета летательного аппарата на прочность)	<p><b>Знать:</b> инженерные расчеты деталей и конструкций изделий АТ и СТО с использованием прикладных программ</p> <p><b>Уметь:</b> использовать автоматизированные системы моделирования технологических процессов изготовления и сборки изделий авиационной техники</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками моделирования и анализа технологических процессов изготовления и сборки изделий авиационной техники</p>

#### 4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

По каждой форме обучения: очная/заочная/очно-заочная заполняется отдельная таблица.

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения <u>      </u> заочная <u>      </u> )			
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам		
		6	7	8
1	2	3	4	5
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	54	54		
Аудиторные занятия:				
лекции				
Семинары и практические занятия	18	18		
Лабораторные работы, практикумы	36	36		
Самостоятельная работа	54	54		
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа,				



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины	2023	

<b>Раздел 3. Пакеты программ инженерного анализа механических конструкций</b>							
Виды и классификация систем автоматизированного инженерного анализа механических конструкций			1			4	
Пакет программ Ansys Mechanical. Основные конфигурации пакета для статических и динамических задач.			5	18		9	
Пакет программ Ansys Workbench. Основные конфигурации пакета для статических и динамических задач.			4	18		9	
<b>Итого</b>	108		18	36		54	

## **5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### Раздел 1. Критерии прочности конструкций

Тема 1.1. Понятие эквивалентных напряжений

Тема 1.2. Критерий наибольших нормальных напряжений

Тема 1.3. Критерий наибольших линейных деформаций

Тема 1.4. Критерий наибольших касательных напряжений

Тема 1.5. Критерий удельной потенциальной энергии формоизменения

Тема 1.6. Критерий Мора

Раздел 2. Численные методы расчета напряженно-деформированного состояния конструкций при различных видах нагружения

Тема 2.1. Метод конечных элементов

Тема 2.2. Метод конечных разностей

Раздел 3. Пакеты программ инженерного анализа механических конструкций

Тема 3.1. Виды и классификация систем автоматизированного инженерного анализа механических конструкций

Тема 3.2. Пакет программ Ansys Mechanical. Основные конфигурации пакета для статических и динамических задач.

Тема 3.3. Пакет программ Ansys Workbench. Основные конфигурации пакета для статических и динамических задач.

## **6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ**

Тема 1. Понятие эквивалентных напряжений.

Тема 2. Критерий наибольших нормальных напряжений.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины	2023	

Тема 3. Критерий наибольших линейных деформаций.

Тема 4. Критерий наибольших касательных напряжений.

Тема 5. Критерий удельной потенциальной энергии формоизменения.

Тема 6. Критерий Мора.

Тема 7. Метод конечных элементов.

Тема 8. Метод конечных разностей.

Тема 9. Виды и классификация систем автоматизированного инженерного анализа механических конструкций.

Тема 10. Подготовка геометрических моделей с применением Ansys Mechanical.

Тема 11. Модели и свойства материалов в Ansys Mechanical.

Тема 12. Виды инженерного анализа механических конструкций в Ansys Mechanical.

Тема 13. Типы конечных элементов и контактов в Ansys. Генератор конечно-элементной сетки Ansys Mechanical.

Тема 14. Пошаговые и линейные нагрузки. Обработка результатов инженерного анализа в Ansys Mechanical.

Тема 15. Виды инженерного анализа механических конструкций в Ansys Workbench.

Тема 16. Библиотека моделей материалов Engineering Data Ansys Workbench.

Тема 17. Подготовка геометрических моделей с применением Ansys Design Modeler. Генератор конечно-элементной сетки Ansys Mesh.

Тема 18. Обработка результатов инженерного анализа механических конструкций в Ansys Workbench.

## **7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ**

- 1) Решение типовой задачи о статическом напряженно-деформированном состоянии балки (Ansys Mechanical).
- 2) Решение задач о статическом напряженно-деформированном состоянии различных балок методом конечных элементов (Ansys Mechanical).
- 3) Решение типовой задачи о динамическом напряженно-деформированном состоянии балки методом конечных элементов (Ansys Mechanical).
- 4) Решение задачи о напряженно-деформированном состоянии оболочки. (Ansys Workbench).
- 5) Решение задачи о свободных колебаниях балки (Ansys Workbench).
- 6) Решение задачи о контактном взаимодействии элементов сборки (Ansys Workbench).

## **8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ**

*Данный вид работы не предусмотрен УП*

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины	2023	

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ (ЗАЧЕТУ)

1. Понятие эквивалентных напряжений
2. Критерий наибольших нормальных напряжений
3. Критерий наибольших линейных деформаций
4. Критерий наибольших касательных напряжений
5. Критерий удельной потенциальной энергии формоизменения
6. Критерий Мора
7. Общие принципы и подходы к численному решению уравнений математической физики.
8. Метод конечных элементов
9. Метод конечных разностей
10. Виды и классификация систем автоматизированного инженерного анализа механических конструкций
11. Пакет программ ANSYS Mechanical. Основные конфигурации пакета для статических и динамических задач.
12. Пакет программ ANSYS WorkBench. Основные конфигурации пакета для статических и динамических задач.
13. Модели и свойства материалов в Ansys Mechanical.
14. Типы конечных элементов Ansys.
15. Пошаговые и линейные нагрузки.
16. Генераторы конечно-элементных моделей Ansys.
17. Начальные и граничные условия математического моделирования механических конструкций.
18. Шаги нагружения, приращение и равновесные итерации в Ansys Mechanical.
19. Нагрузки на твердую модель.
20. Нагрузки на конечно-элементную модель.
21. Поверхностные и объемные нагрузки.
22. Статический анализ механических конструкций.
23. Анализ переходных процессов в механических конструкциях.
24. Модальный анализ механических конструкций.
25. Гармонический анализ механических конструкций.

## 10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Форма обучения \_\_\_\_\_ заочная \_\_\_\_\_

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.)	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
Раздел 1. Критерии прочности конструкций	проработка учебного материала	24	проверка решения задач

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины	2023	

Раздел 2. Численные методы расчета напряженно-деформированного состояния конструкций при различных видах нагружения	проработка учебного материала	8	проверка решения задач
Раздел 3. Пакеты программ инженерного анализа механических конструкций	проработка учебного материала	22	проверка решения задач

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы

#### основная

1. Леонтьев В.Л. Теоретические основы математического моделирования и исследования механики конструкций. Ульяновск: УлГУ, **2006**. (15 экз) 128 с.
2. Александров Анатолий Васильевич. Сопротивление материалов : учебник для вузов / Александров Анатолий Васильевич, В. Д. Потапов, Б. П. Державин; под ред. А. В. Александрова. - 7-е изд., стер. - Москва : Высшая школа, 2009. - 560 с.
3. Концептуальное проектирование самолета [Текст] : учебное пособие / В. А. Комаров [и др.] ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Самарский гос. аэрокосмический ун-т им. акад. С. П. Королева (Нац. исслед. ун-т)". - 2-е изд., перераб. и доп. - Самара : Изд-во СГАУ, 2013. - 119, [1] с. : ил., табл.; 21 см.; ISBN 978-5-7883-0921-7 - <http://repo.ssau.ru/handle/Uchebnye-posobiya/Konceptualnoe-proektirovanie-samoleta-Elektronnyi-resurs-ucheb-posobie-55246>

#### дополнительная

1. 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.
2. Вычислительные методы алгебры и оценивания : учебное пособие / И. В. Семушин. — Ульяновск : УлГТУ, 2011. — 366 с - ISBN 978-5-9795-0902-0 – URL: <http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2013/119.pdf>
3. Степин, П. А. Сопротивление материалов : учебник / П. А. Степин. — 13-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1038-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3179>
4. Основы конструирования в самолетостроении М., "Машиностроение", 1980 370 страниц А.Л.Гиммельфарб – URL: <http://twistairclub.narod.ru/gimmel/contents.htm>
5. Расчет самолета на прочность Москва, "Машиностроение", 1966, 520 страниц - Учебник для вузов по расчету самолета на прочность / С.Н.Кан И.А.Свердлов – URL: <http://twistairclub.narod.ru/kan>

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины	2023	

### учебно-методическая

- Ефременков И. В. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ, связанных с моделированием процессов теплового нагружения печатных плат в программном продукте IcePak : для студентов направления бакалавриата –АвиастроениеII и –Автоматизация технологических процессов производствII / И. В. Ефременков; УлГУ, ФМИиАТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 2,39 Мб).

Согласовано:

ДИРЕКТОР НБ / БУРХАНОВА М.М. / 12.05.2023  
Должность сотрудника научной библиотеки / ФИО / подпись / дата

### б) Программное обеспечение ANSYS, ANSYS Workbench.

### 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, [2023]. – 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, [2023]. - 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, [2023]. – 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, [2023]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Букап». – Томск, [2023]. – 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, [2023]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС **Znanium.com** : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Знаниум». - Москва, [2023]. - URL: <http://znanium.com>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

**2. КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. / ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2023].

#### 3. Базы данных периодических изданий:

3.1. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2023]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.2. Электронная библиотека «Издательского дома «Гребенников» (Grebinnikon) : электронная библиотека / ООО ИД «Гребенников». – Москва, [2023]. – URL: <https://id2.action->

