


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 «7» мая 2022 г., протокол № 4/22

/ М.А. Волков  
«17» мая 2022 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

Направление (специальность) 24.03.04 Авиастроение  
*код направления (специальности), полное наименование*

Направленность (профиль/специализация) Моделирование и исследование операций в организационно-технических системах  
*полное наименование*

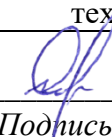
Форма обучения очная  
*очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются)*


Дата введения в учебный процесс УлГУ: «1» сентября 2022г.

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	Старший 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:** 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 культурой 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-8 (Способен проводить расчеты по определению нагрузок на агрегаты летательного аппарата в полетных и наземных случаях)	<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		

	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>очная</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		

<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		

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		


## 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 \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

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		

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/contens.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		

### учебно-методическая

1. 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 “Авиастроение” и “Автоматизация технологических процессов производства” / И. В. Ефременков; УлГУ, ФМИиАТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 2,39 Мб). -

Согласовано:

И. П. Суворов - ИБ Ул / Тюлькина И. И. / Григорьев / 21.05.2019  
 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. IPRbooks [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / группа компаний Ай Пи Эр Медиа . - Электрон. дан. - Саратов , [2017]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>.

1.2. Консультант студента [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / ООО ИПУЗ. - Электрон. дан. – Москва, [2017]. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/pages/catalogue.html>.

1.3. Лань [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / ООО ЭБС Лань. - Электрон. дан. – С.-Петербург, [2017]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com>.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /Компания «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2017].

3. База данных периодических изданий [Электронный ресурс] : электронные журналы / ООО ИВИС. - Электрон. дан. - Москва, [2017]. - Режим доступа: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>.

4. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]: электронная библиотека. - Электрон. дан. – Москва, [2017]. - Режим доступа: <https://нэб.рф>.

5. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс]: электронная библиотека / ФГБУ РГБ. - Электрон. дан. – Москва, [2017]. - 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.ru8>.


##### 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. нач. УИТ / Ключкова И. В. / Григорьев / 21.05.2019  
 Должность сотрудника УИТ / ФИО / подпись / дата

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

## 11. 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 (*выбрать необходимое*).

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».

## 12. 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.

Разработчик



подпись

Старший преподаватель

должность

Калинов Е.Д.

ФИО