

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

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.

Президент



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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

Направление (специальность): 24.04.04 Авиастроение

Направленность (профиль/специализация): Современные цифровые технологии авиационного производства

Форма обучения: очно-заочная

Дата введения в учебный процесс УлГУ: 01.09.2023 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
Санников Игорь Алексеевич	Кафедра математического моделирования технических систем	Заведующий кафедрой, Кандидат физико-математических наук, Доцент

СОГЛАСОВАНО	СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой, реализующей дисциплину	Заведующий выпускающей кафедрой
 _____ Подпись / расшифровка подписи Санников И.А.	 _____ Подпись / расшифровка подписи Санников И.А.
« 16 » _____ мая _____ 2023 г.	« 16 » _____ мая _____ 2023 г.

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

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели 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 «Задачи динамики и прочности конструкций» относится к числу дисциплин блока Б1.О, предназначенного для студентов, обучающихся по направлению: 24.04.04 Авиастроение.

Для успешного изучения дисциплины необходимы знания и умения, приобретённые в результате освоения курсов Ознакомительная практика, Математическое моделирование в авиастроении и полностью или частично сформированные компетенции ОПК-4, ПК-7.

Основные положения дисциплины используются в дальнейшем при изучении таких дисциплин как: Автоматизированные системы моделирования и анализа технологических процессов авиастроительного предприятия, Научно-исследовательская работа, Преддипломная практика, Задачи динамики и прочности конструкций, Проектная деятельность, Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Ознакомительная практика, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, Математическое моделирование в авиастроении, Управление рисками в сложных производственно-технологических системах.

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
ПК-7 Способен определять напряженно-деформированного состояния элементов конструкции летательного аппарата под действием внешних и внутренних факторов	<p>знать: Методы инженерных расчётов деталей и конструкций изделий летательных аппаратов с использованием прикладных инструментов</p> <p>уметь: Использовать современные системы трехмерного математического моделирования при изготовлении изделий авиационной техники</p> <p>владеть: Навыками работы в прикладных программах инженерных расчётов деталей и конструкций изделий летательных аппаратов</p>
ОПК-4 Способен использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики, разработки физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов для постановки и решения научно-технических задач в области авиационной техники;	<p>знать: Основные положения и принципы разработки и подготовки математических моделей.</p> <p>уметь: Осуществлять постановку задачи и задавать граничные условия для поиска решения на основе разработанных математических моделей.</p> <p>владеть: Средствами описания законов и методов естественных наук для подготовки математических моделей исследуемых процессов</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): 108 часов

Форма обучения: очно-заочная

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения <u>очно-заочная</u>)	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
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	72	72
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее	Вопросы к зачету, Домашнее задание, Тесты	Вопросы к зачету, Домашнее задание, Тесты

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

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения <u>очно-заочная</u>)	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		4
1	2	3
2 видов)		
Курсовая работа	-	-
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Зачет (0)	Зачет
Всего часов по дисциплине	108	108

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

Форма обучения: очно-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
Раздел 1. Механика деформируемого твердого тела.							
Тема 1. Основные понятия, уравнения механики сплошных сред.	52	8	0	8	0	36	Вопросы к зачету, Тесты
Тема 2. Методы инженерного анализа математических моделей в условиях цифрового производства.	56	10	0	10	0	36	Тесты, Домашнее задание
Итого подлежит изучению	108	18	0	18	0	72	

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

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Механика деформируемого твердого тела.

Тема 1. Основные понятия, уравнения механики сплошных сред.

Задачи механики деформируемого твердого тела. Механика сплошных сред – основы математического моделирования авиационных конструкций. Метод конечных элементов инженерного анализа напряженно-деформированного состояния

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

Метод конечных разностей инженерного анализа взаимодействия летательного аппарата с воздухом. Математические модели идеального и вязкого газов. Математические модели изотропного и анизотропного линейно-упругого состояния материала. Математические модели пластического и вязкоупругого состояний материала.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Раздел 1. Механика деформируемого твердого тела.

Тема 1. Основные понятия, уравнения механики сплошных сред.

Задачи механики деформируемого твердого тела. Механика сплошных сред – основы математического моделирования авиационных конструкций. Метод конечных элементов инженерного анализа напряженно-деформированного состояния

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

Метод конечных разностей инженерного анализа взаимодействия летательного аппарата с воздухом. Математические модели идеального и вязкого газов. Математические модели изотропного и анизотропного линейно-упругого состояния материала. Математические модели пластического и вязкоупругого состояний материала.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

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

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

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

Решение задачи об ударе упругого контейнера о недеформируемую плоскость МКЭ.
Решение задачи о свободных колебаниях крыла самолета с помощью МКЭ.
Решение задачи о течении идеальной жидкости или газа в расширяющемся канале (МКЭ).
Решение задачи о течении вязкой жидкости или газа в расширяющемся канале (МКЭ).

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Данный вид работы не предусмотрен УП.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ

1. Лагранжева и Эйлера 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, главные направления тензора напряжений, инварианты тензора напряжений.
12. Разложение тензора напряжений на сумму девиатора и шарового тензора, механический смысл слагаемых.
13. Вывести уравнение движения конструкции, записать его через девиатор тензора напряжений.

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019г.).

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

Форма обучения: очно-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. Механика деформируемого твердого тела. Тема 1. Основные понятия, уравнения механики сплошных сред.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	36	Проверка: Тесты
Раздел 1. Механика деформируемого твердого тела. Тема 2. Методы инженерного анализа математических моделей в условиях цифрового производства.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	36	Проверка: Тесты, Домашнее задание

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная

1. Леонтьев В. Л. Теоретические основы математического моделирования и исследования моделей механики конструкций : учеб. пособие / В. Л. Леонтьев. - Ульяновск : УлГУ, 2006. - 128 с. / ISBN 1_150777
2. Степин Петр Андреевич. Соппротивление материалов : учебник / П.А. Степин. - 12-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 320 с. : ил. - (Учебники для вузов) (Специальная литература). - Библиогр.: с. 309-310. - ISBN 978-5-8114-1038-5 (в пер.). / ISBN 1_193219
3. Леонтьев Виктор Леонтьевич. Численные методы решения краевых задач : учеб. пособие для фак. информ. и телеком. технологий и мех.-матем. фак. / В.Л. Леонтьев. - Ульяновск : УлГУ, 2004. - 42 с. / ISBN 1_139222

дополнительная

1. Голушко Сергей Кузьмич. Прямые и обратные задачи механики упругих композитных пластин и оболочек вращения : Монография. - 1. - Москва : Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2008. - 432 с. - ВО - Магистратура. - Режим доступа: ЭБС Znanium; по подписке. - ISBN 978-5-9221-0948-2. / ISBN 0_426481
2. Аддитивные технологии в производстве изделий аэрокосмической техники : учебное пособие для вузов / А. Л. Галиновский, Е. С. Голубев, Н. В. Коберник, А. С. Филимонов ; под общей редакцией А. Л. Галиновского. - 2-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 145 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/523614> (дата обращения: 26.06.2023). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - Электрон. дан. - ISBN

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

978-5-534-16005-5 : 459.00. / ISBN 0_506896

учебно-методическая

1. Калинов Е. Д. Задачи динамики и прочности конструкций : методические указания для семинарских (практических) занятий, лабораторного практикума и самостоятельной работы студентов направления 24.04.04 «Авиастроение» / Е. Д. Калинов ; УлГУ, ФМИиАТ. - 2023. - Неопубликованный ресурс. - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/15480>. - Режим доступа: ЭБС УлГУ. - Текст : электронный. / ISBN 0_520179.

б) Программное обеспечение

- Операционная система "Альт образование"
- Офисный пакет "Мой офис"

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 :

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

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-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2023]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. Российское образование : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

6. Электронная библиотечная система УлГУ : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

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 (*выбрать необходимое*)

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для представления 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:

- Мультимедийное оборудование: компьютер/ноутбук, экран, проектор/телевизор
- Компьютерная техника

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

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	Заведующий кафедрой, Кандидат физико-математических наук, Доцент	Санников Игорь Алексеевич
	Должность, ученая степень, звание	ФИО