

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П.КОРОЛЕВА  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

**Л. М. Савельев, Ю. В. Скворцов, С. В. Глушков**

## **Строительная механика летательных аппаратов**

Электронное учебное пособие

САМАРА

2011

УДК 629.735  
ББК О.5.2-01.6  
С 127

Авторы: Савельев Леонид Макарович,  
Скворцов Юрий Васильевич,  
Глушков Сергей Валериевич

Редакторская обработка Л. М. Савельев  
Компьютерная верстка Ю. В. Скворцов  
Доверстка С. В. Глушков

**Савельев, Л. М. Строительная механика летательных аппаратов** [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Л. М. Савельев, Ю. В. Скворцов, С. В. Глушков; Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (Нац. исслед. ун-т). – Электрон. текстовые и граф. дан. (4,2 Мбайта). – Самара, 2011. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: ПК Pentium; Windows 98 или выше.

Учебное пособие предназначено для подготовки к традиционным занятиям и самостоятельного освоения курса "Строительная механика летательных аппаратов" студентами специальностей 160100.65 "Самолёто- и вертолестроение", 160400.65 "Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов", а также 151600.62 "Прикладная механика". В пособие включены примеры решения типовых задач.

Оно может быть полезно не только при изучении теоретического материала по строительной механике летательных аппаратов, но и при выполнении курсовых работ и дипломных проектов студентами 3-6 курсов.

При подготовке учебного пособия учтён многолетний опыт преподавания строительной механики на кафедре прочности летательных аппаратов СГАУ. Особую роль сыграли методические разработки Х.С. Хазанова, которые послужили основой большинства разделов настоящего пособия.

© Самарский государственный  
аэрокосмический университет, 2011

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
1 МЕХАНИКА СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ .....	9
1.1 Способы образования ферм .....	9
1.2 Прикрепление ферм к опорам .....	12
1.3 Необходимые условия геометрической неизменяемости и статической определимости ферм .....	14
1.4 Методы исследования геометрической неизменяемости ферм .....	16
1.5 Методы определения усилий в стержнях ферм .....	19
2 МАТРИЧНЫЙ МЕТОД ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ДЛЯ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ .....	27
2.1 Понятие о матрице жесткости .....	27
2.2 Преобразование координатных осей .....	31
2.3 Матрица жесткости ферменного элемента .....	34
2.4 Матрица жесткости балочного элемента в местной системе координат .....	38
2.5 Матрица жесткости балочного элемента при изгибе его в одной плоскости .....	40
2.6 Матрица жесткости балочного элемента в общих координатах .....	44
2.7 Учет внеузловой нагрузки .....	47
2.8 Объединение элементов в стержневую систему и построение ее матрицы жесткости .....	49
2.9 Сокращение матрицы жесткости стержневой системы и определение узловых перемещений .....	52
3 БАЛОЧНАЯ ТЕОРИЯ ТОНКОСТЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ .....	56
3.1 Определение нормальных напряжений при изгибе тонкостенных конструкций .....	56
3.2 Расчет касательных напряжений .....	63
3.3 Работа тонкостенных конструкций с многозамкнутым контуром .....	85
4 ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ .....	96
4.1 Гипотезы теории упругости .....	96
4.2 Основные определения и обозначения .....	97
4.3 Дифференциальные уравнения равновесия .....	101