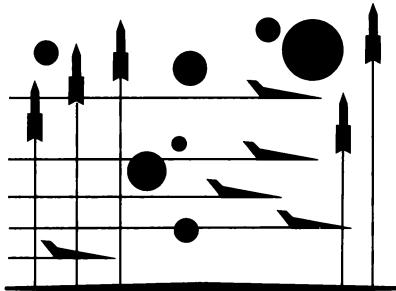


ПРОЕКТИРОВАНИЕ, КОНСТРУКЦИЯ
И ПРОИЗВОДСТВО ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

ИЗБРАННЫЕ ГЛАВЫ ПО АВИА- И РАКЕТОСТРОЕНИЮ

В КОНСПЕКТАХ ЛЕКЦИЙ



Допущено

Министерством образования и науки Российской Федерации
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров
«Авиа- и ракетостроение» и специальности «Ракетостроение»
направления подготовки дипломированных специалистов
«Ракетостроение и космонавтика».

Наука и технологии
МОСКВА · 2005

УДК 629.7 : 621.7

ББК 39.5

И-32

**Серия: «Проектирование, конструкция и производство
летательных аппаратов»**

Авторы:

А.С. Чумадин, В.И. Ершов, В.А. Барвинок, Л.В. Агамиров, Ю.С. Андреевская,
В.Ю. Астапов, В.И. Богданович, Р.В. Боярская, В.Д. Гаврилин, В.И. Галкин,
Б.И. Долотов, Ю.Л. Иванов, А.Н. Кирилин, А.И. Киселев, О.В. Козлова,
А.А. Комаров, А.Н. Коптев, Г.А. Кулаков, К.А. Макаров, Б.Н. Марьин,
В.К. Моисеев, М.Ю. Русин, Н.А. Семашко, А.Н. Свиридов, В.А. Тарасов,
А.С. Филимонов, А.В. Цырков

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф. В.С. Мухин,
кафедра «Производство летательных аппаратов» КГТУ им. А.Н. Туполева

**И-32 Избранные главы по авиа- и ракетостроению (в конспектах лекций):
Учеб. пособие для вузов / А.С. Чумадин, В.И. Ершов, В.А. Барвинок и др. – М.:
Наука и технологии, 2005. – 656 с.: ил.**

ISBN 5-93952-024-3

Учебное пособие является третьим из серии «Проектирование, конструкция
и производство летательных аппаратов» (в конспектах лекций).

Излагаются современные представления о различных методах исследований
при изготовлении деталей летательных аппаратов. Отдельные лекции посвящены
анализу мирового космического рынка, функционально-стоимостному анализу, а
также стандартизации и сертификации.

Предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по
направлению подготовки бакалавров и магистров «Авиа- и ракетостроение»
и специальности «Ракетостроение» направления подготовки дипломированных
специалистов «Ракетостроение и космонавтика».

ББК 39.5

ISBN 5-93952-024-3

© Коллектив авторов, 2005

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	4
Глава 1. Методы расчета предельных деформаций в операциях листовой штамповки (Чумадин А.С.)	6
Глава 2. Вариационные методы расчета при изготовлении деталей пластическим деформированием (Ершов В.И., Барвинок В.А.)	44
Глава 3. Метод конечных элементов и его реализация в объемной штамповке (Галкин В.И., Кирилин А.Н., Моисеев В.К)	69
Глава 4. Методы анализа процессов импульсной обработки материалов (Тарасов В.А., Боярская Р.В., Филимонов А.С., Астапов В.Ю.)	113
Глава 5. Вероятностные методы расчета прочности и надежности механических систем (Агамиров Л.В.)	200
Глава 6. Методы очистки трубопроводных гидравлических систем (Свиридов А.Н., Комаров А.А., Андреевская Ю.С.)	238
Глава 7. Основы функционально-стоимостного анализа (Марьин Б.Н., Долотов Б.И., Русин М.Ю.)	295
Глава 8. Акустические методы оценки механических свойств металлов и сплавов (Иванов Ю.Л., Семашко Н.А., Макаров К.А)	351
Глава 9. Обеспечение качества авиационной техники методами стандартизации и сертификации (Гаврилин В.Д., Кулаков Г.А., Богданович В.И.).	393
Глава 10. Анализ и прогноз развития мирового космического рынка и ракет-носителей (Киселев А.И.)	460
Глава 11. Планирование процессов технической подготовки производства (Цырков А.В., Козлова О.В., Кирилин А.Н.)	505
Глава 12. Системы электрооборудования летательных аппаратов (Барвинок В.А., Концев А.Н.)	580

ПРЕДИСЛОВИЕ

Уважаемый читатель! Предлагаемое Вашему вниманию учебное пособие содержит конспекты лекций по дисциплинам специализаций и факультативным дисциплинам авиа- и ракетостроения и является третьим учебным изданием из серии "Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов".

Оно написано большой группой ученых и преподавателей известных аэрокосмических вузов и предприятий страны, среди которых:

- МАТИ – Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского;
- Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана;
- Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева;
- Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет;
- Научно-исследовательский институт стандартизации и унификации;
- Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева;
- Государственный научно-производственный ракетно-космический центр "ЦСКБ-Прогресс";
- Самарский завод "Авиагрегат";
- Комсомольское-на-Амуре авиационное производственное объединение имени Ю.А. Гагарина;
- Обнинское научно-производственное предприятие "Технология".

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности "Ракетостроение" направления подготовки дипломированных специалистов "Ракетостроение и космонавтика", а также для подготовки бакалавров и магистров по направлению "Авиа- и ракетостроение".

Название курсов и их содержание авторы стремились привести в соответствие с образовательными стандартами и учебными планами соответствующих специальностей аэрокосмических вузов.

Это учебное пособие является последним из серии "Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов" (в конспектах лекций).

Первое было издано под названием "Теоретические основы авиа- и ракетостроения", где были представлены основы современных теоретических знаний в областях проектирования, конструирования и производства летательных аппаратов. В него вошли следующие основные разделы: введение в ракетно-космическую технику, гидрогазоаэродинамика, основы проектной баллистики ракет-носителей, динамика полета и устройство самолета, основы устройства летательных аппаратов, реактивные

двигатели летательных аппаратов, элементы строительной механики, основы теории автоматического регулирования, обеспечение надежности летательных аппаратов, методология научного эксперимента, способы задания, описания и увязки аэродинамических поверхностей, основы теории изготовления деталей пластическим деформированием, основы расчетов композиционных конструкций и методы оценки конструкторско-технологических решений.

Второе учебное пособие имело название "Основы технологии производства летательных аппаратов" и являлось логическим продолжением первого. Оно содержало главы, где были изложены современные представления о материаловедении, технологии металлических, неметаллических и композиционных материалов. Приведены курсы лекций в областях технологии изготовления деталей летательных аппаратов, их сборки; монтажа и испытаний бортовых систем. Отдельные курсы были посвящены неразрушающим методам контроля, информационно-измерительным системам, оборудованию и средствам автоматизации, а также проектированию цехов авиазаводов.

В данном учебном пособии приведены узкопрофессиональные курсы дисциплин в различных областях знаний, связанных преимущественно с методами проведения научных исследований.

Цель настоящего учебного пособия – дать студентам базовые знания по дисциплинам специализаций и факультативным дисциплинам, посвященным изучению одного и того же объекта – летательного аппарата.

Цель всего трехтомного издания – создание так называемого "единого" учебника, который дал бы студенту целостное представление о науке создания летательного аппарата.

Авторы выражают благодарность коллективу преподавателей и сотрудников кафедры "Технология производства летательных аппаратов" МАТИ им. К.Э. Циолковского за помощь в оформлении рукописи.

Все замечания и пожелания, связанные с настоящим изданием, авторы примут с благодарностью.

Коллектив авторов.