

Приложение № 6  
УТВЕРЖДЕНО  
приказом  
от 11.04. 2022 г. № 190

**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО**  
**«Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина»**  
**(АО «НПО Лавочкина»)**

Рекомендована к утверждению  
Решением Научно-технического совета  
*Протокол № 02-22 от «25» марта 2022 г.*

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**  
**ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

научной специальности

**2.5.13. Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов**

образовательная программа высшего образования –  
программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в  
аспирантуре

**Химки, 2022**

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования.

**Форма проведения испытания:**

Вступительное испытание по специальной дисциплине для поступления на обучение по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре проводится в виде собеседования с обязательным оформлением ответов на вопросы билета в письменном виде. Собеседование проводится с целью выявления у абитуриента объема научных знаний, научно-исследовательских компетенций, навыков системного и критического мышления, необходимых для обучения в аспирантуре. Абитуриент должен показать профессиональное владение теорией и практикой в предметной области, продемонстрировать умение вести научную дискуссию.

**Структура испытания:**

Испытание состоит из ответов на вопросы билета и дополнительные вопросы в рамках программы вступительного испытания.

**Критерии оценки результатов испытания:**

Оценка «отлично» ставится при следующем условии:

даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией.

Оценка «хорошо» ставится при следующих условиях:

- 1) даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией;
- 2) ответы на вопросы даются полно, но логическая последовательность не всегда соблюдается.

Оценка «удовлетворительно» ставится при следующих условиях:

- 1) даны в основном правильные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией;
- 2) ответы на вопросы даются в основном полно, но при слабом логическом оформлении высказываний.

Оценка «неудовлетворительно» ставится в случае, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «удовлетворительно».

Решения экзаменационной комиссии принимаются большинством голосов.

## **1. Проектирование летательных аппаратов**

Летательный аппарат как объект проектирования, структура, состав, функции. Принципы системного подхода при проектировании, условия существования и развития. Определение и задачи проектирования. Жизненный цикл изделий, стадии разработки и создания ЛА.

Обобщенная исходная модель ЛА как многоступенчатого аппарата. Проектные параметры. Обобщенные управляющие функции. Обобщенная математическая весогабаритная модель ЛА. Математическая модель режимов движения ЛА.

Особенности боевого применения ЛА. Информационное обеспечение авиационно-ракетных комплексов. Комплекс ЛА - основная структурная единица. Отличительные особенности современных ЛА. Новое поколение ЛА - интеллектуальное высокоточное оружие. Новые условия боевых операций ЛА.

Общие и частные критерии оценки проектно-конструкторских решений. Содержание и методы разработки технического задания на проект ЛА. Проектное моделирование, весовой и баллистический анализ ЛА, модели оценки эффективности и затрат на создание. Выбор основных проектных параметров. Общий подход к оптимизации проектных параметров ЛА (проектных решений): задача, критерии, модели, математическая формулировка постановок задач проектирования, методы оптимизации. Особенности проектно-конструкторских задач - многокритериальный, многопараметрический, динамический, стохастический характер, основные методы поиска решений. Алгоритм решения проектных задач. Три составляющих процесса проектирования: изобретательство, инженерный анализ, принятие решений.

Конструктивно-компоновочная схема (ККС). Уравнения существования и функционирования ЛА. Тройственность процесса компоновки: аэродинамическая, объемно-массовая и конструктивно-силовая компоновка. Компоновка и центровка ЛА. Компоновочные чертежи, общие виды, теоретические чертежи, требования к ним.

Основные абсолютные и относительные параметры ЛА. Связи между характеристиками и параметрами ЛА. Влияние параметров ЛА на его летно-технические и технико-экономические характеристики. Анализ влияния основных проектных параметров ЛА на дальность полета, начальную массу, массу полезной нагрузки. Выбор расчетных случаев и условий для проектирования ЛА, ограничения по числу М, скоростному напору, расчетной перегрузке и др. Выбор типовых траекторий полета ЛА.

Аэродинамика ЛА. Физические свойства воздуха. Воздушный поток и его свойства. Уравнения установившегося движения. Особенности сверхзвукового обтекания. Аэродинамические силы: подъемная и боковая силы, сила сопротивления. Поляра летательного аппарата. Аэродинамические моменты: моменты тангажа, рыскания и крена. Продольная балансировка и статическая устойчивость ЛА.

Задачи проектирования систем управления, стабилизации и наведения ЛА. Важнейшие характеристики управляемости и их связи с параметрами ЛА. Возмущающие факторы. Методы и реализация органов управления. Проектирование несущих поверхностей. Проектирование органов управления ЛА.

Управление летательными аппаратами. Физические основы управления. Уравнения движения ЛА. Формирование команды управления. Методы и траектории теленаведения. Контур управления при теленаведении. Контур управления при самонаведении. Формирование управляющих воздействий. Способы создания управляющих воздействий. Передаточные функции жесткого БЛА. Бортовая система стабилизации. Обоснование структуры и выбор основных параметров системы стабилизации при аэродинамическом способе управления. Влияние упругости конструкции на работу системы стабилизации. Передаточные функции упругого ЛА. Выбор способов обеспечения устойчивости контура стабилизации упругого ЛА. Особенности проектирования системы стабилизации поперечного движения ЛА (по тангажу, курсу) при сочетании аэродинамического и газодинамического способов создания сил и моментов.

#### Литература:

- 1) Аппазов Р.Ф., Лавров С.С., Мишин В.П. Баллистика управляемых ракет дальнего действия. Наука, 1966.
- 2) Беспилотные летательные аппараты. Основы устройства и функционирования / Под ред. И.С. Голубева и И.К. Туркина. 3-е изд.- М.: МАИ, 2010.
- 3) Новиков В.Н. Введение в ракетно-космическую технику. - М.: Изд-во МАИ. 2010.
- 4) Тарасов Е.В., Балык В.М. Методы проектирования двухсредных летательных аппаратов. Учебное пособие. М.: МАИ-ПРИНТ, 2008.
- 5) Голубев И.С., Самарин А.В. Проектирование конструкций летательных аппаратов: Учебник для студентов вузов,- М.: Машиностроение, 1991.
- 6) Гушин В.Н. Проектирование искусственных спутников Земли. Тексты лекций. - М: МАИ, 1999, 56 с.
- 7) Гушин В.Н. Управление разработками авиакосмических систем. Учеб, пособие. -М.: Изд-во МАИ, 1999.
- 8) Основы проектирования летательных аппаратов (транспортные системы). Учебник для технических вузов / В.П. Мишин, В.К. Безвербый, Б.М. Панкратов и др.; Под ред. В.П. Мишина. -М.: Машиностроение, 1985.
- 9) Основы конструирования ракет-носителей космических аппаратов: Учебник для студентов вузов/ Б.В. Грабин, О.И. Давыдов, В.И. Жихарев и др.; Под ред. В.П. Мишина, В.К. Карраска. М: Машиностроение, 1991.
- 10) Проектирование зенитных управляемых ракет / Под ред. И.С. Голубева и В.Г. Светлова: 2-е изд. - М.: Изд-во МАИ, 2001.
- 11) Щеверов Д.Н., Матвеев Ю.А. Проектирование и управление разработкой ЛА. М. 1993.

- 12) Матвеев Ю.А., Методы проектирования модификаций ЛА при разработке. -М.: 1992.
- 13) Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. М.: Горячая линия-Телеком, 2002.
- 14) Леоненков А.В. Нечёткое моделирование в среде MatLab и Fuzzi Tech. СПб.: Изд-во ВHV, 2011.
- 15) Мизрохи В.А. Проектирование управления зенитных ракет. Учебно-научное издание. -М.: Изд-во ООО «Экслибрис-Пресс», 2010.
- 16) Системы оборудования летательных аппаратов. Учебник. / Под ред. А.М. Матвеевко и В.И. Бекасова. -М.: Машиностроение, 1995.

## **2. Конструкция летательных аппаратов и их агрегатов**

Принципы конструирования ЛА. Эволюция компоновок конструкций ЛА. Фактор преемственности конструкций. Прогнозирование развития конструкций. Методы формирования конструктивно-силовой схемы. Критерии качества и факторы, его определяющие. Конструкционные способы обеспечения качества: прочность конструкции, устойчивость, герметичность, долговечность, надежность.

Нормы прочности. Коэффициент безопасности. Нормы прочности для различных случаев нагружения.

Системный подход при проектировании агрегата. Основные положения системного подхода. Учет целостности системы. Исследование специфических связей элементов. Критерии эффективности. Связи подсистем в зависимости от числа составляющих. Прямые и опосредованные связи. Требования к агрегату, определяемые взаимодействием с другими элементами бортовой системы. Требования более высоких уровней структуры двухсредных ЛА. Требования к конструкции при эксплуатации в одной среде. Особенности конструкции агрегатов, предназначенных для работы в одной среде, в двух средах, герметичность, повышенная жёсткость и коррозионная стойкость.

Теоретические и методологические основы инженерного проектирования ЛА. Смысловое содержание инженерного проектирования. Разработка технического задания. Формирование концепции проекта.

Инженерный анализ альтернативных вариантов обликов изделий. Задачи принятия решения. Сущность и содержание эффективности технических систем. Целевая эффективность ЛА. Вероятность выполнения целевой задачи. Надежность ЛА. Проектная эффективность ЛА. Обобщенные свойства ЛА и их взаимосвязь. Содержание и показатели проектной эффективности. Общая характеристика стоимостных показателей ЛА. Себестоимость продукции. Цена продукции. Определение стоимостных показателей. Критериальный анализ проектных решений. Частные критерии анализа: технический уровень ЛА; начальная масса БЛА; средние затраты на выполнение целевой задачи. Системный анализ проектных вариантов

БЛА: Разработка типовой операции; моделирование операции; анализ результатов.

Задачи обликового проектирования ЛА. Общая характеристика задач инженерного проектирования ЛА. Применение системного подхода к проектированию ЛА в составе большой технической системы. Стадии обликового проектирования и решаемые на них задачи Схемы ЛА и их анализ. Выбор схемы ЛА. Аэродинамические схемы. Газодинамические схемы и устройства. Комбинированные (аэрогазодинамические) схемы и устройства. Динамические свойства схем ЛА. Выбор схемы ЛА. Выбор типа двигательной установки. Увязка облика ЛА с бортовой системой управления. Предварительная оценка массово-геометрических параметров БЛА и его бортового оборудования. Баллистическое проектирование БЛА. Уточнение структуры, выбор параметров системы управления, оценка эффективности БЛА. САПР - инструмент проектанта.

Проектирование конструкций ЛА. Общая характеристика конструкций ЛА и процессов функционирования ЛА. Внутренние функции планера. Внешние функции планера. Силы и перегрузки, действующие на ЛА. Коэффициент безопасности. Характеристики теплового воздействия на ЛА. Динамика конструкций. Общая характеристика динамических процессов. Общая характеристика задач проектирования конструкций ЛА. Этапы проектирования конструкций ЛА. Понятие структуры конструкции. Конструктивно-силовая схема. Конструктивно-технологическое решение. Критерии в задачах проектирования. Критерий минимум массы - основной критерий. Частные критерии, используемые в задачах проектирования конструкций ЛА. Обеспечение минимальной массы конструкции. Технологичность конструкций в производстве и эксплуатации. Основные показатели и способы обеспечения технологичности. Прямые и обратные задачи проектирования конструкций ЛА.

Инженерные методы проектирования конструкций ЛА. Проектирование конструкций двигательных установок ЛА. Газодинамическое проектирование РДТТ. Выбор типа твердотопливного заряда. Выбор рабочего давления в камере сгорания. Определение параметров камеры сгорания, твердотопливного заряда и соплового блока. Проектирование корпуса РДТТ. Выбор расчетных условий. Проектирование обечайки и днищ (конструкции, в том числе из композиционных материалов.

и теплозащитного покрытия). Схемы газодинамических органов управления вектором тяги.

Проектирование конструкций двигательных установок с ЖРД. Выбор проектных параметров двигательных установок с ЖРД: давление в камере сгорания; давления наддува топливных баков; типа системы подачи топлива, способа изменения вектора тяги. Конструкция камеры ЖРД и определение ее основных параметров. Компонентная и конструктивно-

силовая схема баков; определение основных параметров силовой конструкции баков: обечайки и днищ.

Проектирование конструкций корпусов ЛА. Нагрузки, действующие на корпус ЛА. Требования к конструкции корпуса. Элементы силовой конструкции корпуса: обшивка, стрингеры, лонжероны, шпангоуты - функции и типовые сечения. Анализ конструктивно-силовых схем корпусов. Лонжеронный корпус. Стрингерный корпус. Бесстрингерные корпуса с однослойной и многослойной обшивкой. Ферменные и рамные конструкции. Конструктивно-технологические решения корпусов ЛА. Материалы корпусов. Фрезерованные, штампованные и литые отсеки корпуса. Отсеки вафельного типа. Гофрированные обшивки. Трехслойные обшивки с наполнителем. Клепаные, клееклепаные, сварные соединения элементов корпуса. Конструкции ЛА из композиционных материалов. Определение основных конструктивных параметров балочного корпуса. Гладкая оболочка монококового (бесстрингерного) отсека корпуса. Подкрепленная оболочка полумонококового (стрингерного) отсека корпуса.

Герметичные конструкции. Определение герметичности. Назначение герметичных конструкций в составе ЛА. Контур герметичности агрегата (системы).

Проектирование конструкций несущих поверхностей. Конструктивные схемы крыльев. Лонжеронная схема. Кессонная схема. Моноблочная схема. Функции элементов силовой конструкции крыла: обшивка, стрингеры, лонжероны, нервюры. Узлы крепления крыла к корпусу ЛА. Особенности конструктивных схем стреловидных и треугольных крыльев: крылья с переломом осей продольных силовых элементов у борта корпуса и крылья с внутренней подкосной балкой. Определение основных конструктивных параметров сечения крыла. Расчет параметров сечения кессонного (моноблочного) крыла. Расчет параметров сечения лонжеронного крыла. Особенности проектирования конструкций оперения ЛА. Типы оперения. Конструкции оперения. Определение основных параметров и характеристик оперения. Анализ и выбор конструктивно-силовой схемы оперения и рулей. Конструкции складных несущих поверхностей.

Особенности совместного проектирования конструкции и системы управления ЛА. Физическая модель взаимодействия упругого ЛА и САУ в полете. Математические модели аэроупругих колебаний ЛА. Определение передаточных функций упругого ЛА. Анализ устойчивости контура «упругий ЛА - система стабилизации» с использованием частотного критерия. Анализ мероприятий, направленных на повышение запасов устойчивости. Мероприятия, связанные с изменением характеристик конструкции, параметров и характеристик системы стабилизации.

Требования, предъявляемые к энергетическим системам. Основные типы источников питания на борту ЛА. Гидравлические и газовые системы и их агрегаты, основные характеристики. Влияние вида и интенсивности

действующих нагрузок на конструкцию ЛА. Массовые и жесткостные характеристики авиационных конструкции, работа силовых элементов и выбор силовых схем. Обеспечение прочности и жесткости авиационных конструкций. Учет явлений аэротермоупругости при проектировании. Массовая и экономическая оценка, конструктивно-проектировочных решений. Нагрев ЛА в полете и методы теплозащиты. Массовые эквиваленты различных характеристик ЛА и условия оптимальности конструктивно-проектировочных решений. Экономические характеристики авиационных конструкции. Характеристики и выбор органов управления ЛА. Требования к двигательной установке. Типы и характеристики двигателей ЛА. Установка двигателей на ЛА. Входные и выходные устройства двигателей. Топливные системы. Топливные отсеки в конструкции корпуса. Защита топлива от кинетического нагрева. Повторяемость нагрузок в полете и при движении ЛА по земле. Изменение состояния конструкции в условиях эксплуатации. Основы определения усталостного ресурса конструкции и анализ факторов, влияющих на усталостный ресурс. Пути повышения усталостной прочности конструкции. Прогнозирование, нормирование и обеспечение надежности, живучести и безопасности ЛА. Резервирование в системах управления. Обеспечение надежности энергетических систем в эксплуатации.

#### Литература:

- 1) Беспилотные летательные аппараты. Основы устройства и функционирования / Под ред. И.С. Голубева и И.К. Туркина. 3-е изд.- М.: МАИ, 2010.
  - 2) Голубев И.С., Самарин А.В. Проектирование конструкций летательных аппаратов-М.: Машиностроение, 1991.
  - 3) Патрушев В.И. Конструирование технических объектов. Учебное пособие.- М.:Изд-во МАИ, 1993.
  - 4) Ильичев А.В., Волков В.Д., Грущанский В.А. Эффективность проектируемых элементов сложных систем. Учебное пособие. М.: Наука, 1989.
- Основы устройства, проектирования, конструирования и производства летательных аппаратов (дистанционно-пилотируемые летательные аппараты) / Под ред. И.С. Голубева и Ю.И. Янкевича. - М.: Изд-во МАИ, 2006.
- 5) Парафесь С.Г., Сафронов В.С., Туркин И.К. Задачи оптимального проектирования беспилотных летательных аппаратов. Учебное пособие. - М.: Изд- во МАИ, 2002.
  - 6) Парафесь С.Г., Туркин И.К. Методы и средства динамических испытаний конструкций летательных аппаратов. Учебное пособие. - М.: Изд-во МАИ, 2002.

- 7) Чернобровкин Л.С. Общие вопросы проектирования и выбор схемы летательного аппарата. Учебное пособие. -М.: Изд-во МАИ, 1987.
- 8) Чернобровкин Л.С. Аэродинамическая компоновка летательного аппарата. Баллистическое проектирование. Учебное пособие. - М.: Изд-во МАИ, 1988.
- 9) Петраш В.Я., Коваленко А.И. Расчет параметров и характеристик летательных аппаратов с устройствами газодинамического управления. Учебное пособие. - М.: Изд-во МАИ, 2003.

### **3. Энергосиловые системы**

Типы и состав двигательных установок (ДУ), выбор параметров ДУ, соответствующих проектируемому ЛА. Выбор и согласование характеристик ЛА и двигательной установки.

Двигательные установки БЛА. Классификация двигательных установок БЛА. Основные параметры двигательных установок.

Ракетные двигатели твердого топлива. Особенности устройства и применения. Твердые ракетные топлива. Основные параметры РДТТ. Однорежимные РДТТ, двухрежимные РДТТ. РДТТ многократного включения.

Жидкостные ракетные двигатели. Устройство жидкостных ракетных двигательных установок (ЖРДУ). Перспективные ЖРДУ.

Воздушно-реактивные двигатели. Прямоточные воздушно-реактивные двигатели. Ракетно-прямоточные двигатели. Турбореактивные двигатели.

Поршневые двигатели. Особенности поршневых двигателей. Воздушные винты.

Выбор ДУ на воздушном участке траектории. Возможные схемы, основные параметры. Особенности ВРД одноразового применения. Выбор основных параметров, обеспечивающих повышенную эффективность. Комбинированные установки. Ракетно-прямоточные двигатели, и их характеристики. Выбор двигательной установки для подводного участка траектории. Основные схемы: ракетные, водометные, прямоточные. Выбор основных параметров. Характеристики лопастных систем. Энергосиловые системы для глубоководных аппаратов. Увязка энергосиловой системы с аппаратом. Компоновка энергосиловой системы. Гидродинамическое согласование подсистем ЛА.

Литература:

- 1) Дубенец С.А., Кузин А.И. Двигатели и энергоустановки летательных аппаратов. - М: Изд-во МАИ, 2008.
- 2) Кулагин В.В. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок. - М. Машиностроение, 2002.

- 3) Попов В.В. Энергосиловые системы двухсредных аппаратов. - М.: Изд-во МАИ, 1979.
- 4) Теория и расчет воздушно-реактивных двигателей. / Под ред. СИ. Шляхтенко. 2 изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1987.

#### **4. Технология производства летательных аппаратов**

Основные определения, особенности производства ЛА. Понятие о технологии производства ЛА, как науки. Характеристика типов производства, виды производства (заготовительное, формообразование, сборочное, контроль качества продукции). Особенности производства ЛА. перспективы развития.

Качество продукции и технологические методы его обеспечения, показатели качества, методы оценки качества. Основные мероприятия по обеспечению качества продукции: при проектировании изделий, в период технологической подготовки производства и серийного изготовления изделий. Понятие технологичности конструкции. Задача проектирования технологии изготовления. Экономическая оценка технологических процессов. Критерии выбора вариантов технологического процесса. Пути повышения производительности труда и снижения себестоимости продукции. Общие понятия о технологической подготовке производства.

Основные функции и этапы технологической подготовки производства, связь с конструкторской подготовкой производства. Формы организации, перспективы совершенствования. Комплексная оптимизация конструкторско - технологических решений.

Технические средства увязки зависимого производства: плазово-шаблонный, эталонно-шаблонный и метод объёмной увязки. Их сравнительная характеристика, область применения, тенденции дальнейшего развития.

Технологические процессы изготовления конструкций из композиционных материалов (КМ). Оборудование и оснастка. Техника безопасности. Процессы испытаний узлов, агрегатов и ЛА в целом. Виды и основные задачи испытаний (ГОСТ 16504-81): приемо-сдаточные (ПСИ), конструкторско-доводочные (КДИ), контрольно-выборочные (КВИ), периодические (ПИ). Классификация и общая характеристика испытаний по воздействующим факторам. Испытания на линейные перегрузки, вибродинамические, термовакуумные, климатические. Характеристика процессов пневмо- и гидроиспытаний. Процессы и средства испытаний конструкций на герметичность. Понятие герметичности, контрольного и пробного вещества, детектора течеискания, чувствительности испытаний, способы оценки степени негерметичности. Общая характеристика применяемых методов и способов испытаний, и область их применения. Виды испытаний ЛА и его систем в процессе ГС. Определение геометрических параметров ЛА и его агрегатов. Юстировка посадочных

мест под установку приборов. Определение положения вектора тяги двигательной установки. Определение положения центра масс, статическая и динамическая балансировка КА.

Литература:

- 1) Зернов И.А. Сборочные и монтажные работы в производстве космических аппаратов-М.: Машиностроение, 1992.
- 2) Милованов А.П., Малинкина Т. Н. Композиционные материалы и технология изготовления деталей ЛА: Учебное пособие - М.: МАИ, 1990.
- 3) Технология сборки и испытаний космических аппаратов: Учебник для вузов. /Под общ. ред. И.Т. Белякова и И.А. Зернова - М.: Машиностроение, 1990.
- 4) Беляков И.Т., Борисов Ю.Д. Технологические проблемы проектирования летательных аппаратов - М.: Машиностроение 1978.
- 5) Колесов И.М. Основы технологии машиностроения, Москва, Высшая школа, 2001.
- 6) Цыплаков О.Г. Конструирование изделий из композиционных волокнистых материалов. -М/. Машиностроение, 1984.

## **5. Управление разработкой и автоматизация проектирования и конструирования**

Многоуровневое программно-целевое управление разработкой. Задачи макропроектирования. Постановка задачи оптимизации управления разработкой. Декомпозиция общей задачи. Виды неопределенности и их учет. Методы оптимизации решений с учетом компромиссного характера задачи, динамики и неопределенностей. Методы математического программирования. Основные понятия теории вероятности и математической статистики. Статистический метод многоуровневой согласованной оптимизации проектных решений. Методики решения проектных задач с учетом риска и компромисса. Методика комплексной оптимизации конструкторско-технологических параметров изделий.

Пути формализации процесса проектирования, не формализуемые условия. Роль современных вычислительных средств. Математическая формулировка задач проектирования. Динамические методы оптимизации. Возможности машинной компоновки.

Принципы организации и структура систем автоматизированного проектирования и конструирования - САПР. Комплекс технических средств, математическое обеспечение, банки данных, пакеты прикладных программ. Роль человека в САПР.

Принципы разработки и структура пакетов прикладных программ. Модульный принцип построения функциональных блоков САПР.

Управление процессами разработки проекта. Блок-схема некоторых типичных комплексных программ проектного анализа и синтеза ЛА и его подсистем.

Литература:

- 1) Щеверов Д.Н., Матвеев Ю.А. Проектирование и управление разработкой ЛА. М. 1993.
- 2) Коптев Ю.Н., Мишин В.П., Матвеев И.З.А. Задачи проектирования и управления развитием ЛА \ Уч. пособ. Под ред. О.М. Алифанова. М.: 1997.
- 3) Матвеев Ю.А. Методы проектирования модификаций ЛА при разработке. -М.: 1992.