

ОТЗЫВ

официального оппонента старшего научного сотрудника, кандидата технических наук Оноприенко В.Д. на диссертационную работу Чо Хюнчжэ «Методика комплексного анализа характеристик перспективных космических аппаратов мониторинга природной среды», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов»

Актуальность темы диссертации

Вопросы повышения технико-экономической эффективности применения космических средств для решения социально-экономических задач рассматриваются при разработке и создании новой техники, при организации её эксплуатации. Космические систем мониторинга природной среды находят все большее применение, в ряде стран реализуются проекты создания систем регионального мониторинга.

Известные работы по этой проблеме посвящены, в основном, анализу функциональной эффективности таких систем. В тоже время для оценки перспективы развития космических систем мониторинга необходимо решение вопросов комплексного технико-экономического анализа проектных решений и соответствующего методического обеспечения. В работе исследуется комплексный анализ характеристик перспективных КАМ в составе космических систем мониторинга, т.е. полагается, что заданы параметры наземной космической системы приёма и обработки данных. Разработанная методика позволяет определить определяющие параметры и рациональный состав и параметры модуля целевой аппаратуры КАМ в космических систем мониторинга, при которых выполняется целевая задача (по разрешению и информационной производительности и др.) и затраты средств на реализацию проекта – минимальны.



Общая характеристика работы

Диссертационная работа Чо Хюнчжэ посвящена разработке математических моделей, методик прогнозирования и проектирования характеристик перспективных КАМ в составе космических систем мониторинга в основу которых был положен опыт реализации проектных разработок, приемы формирования статистических моделей, а также регрессионный метод и метод формирования динамических статистических моделей.

Целью диссертационной работы является разработка математических моделей и методик комплексного анализа характеристик перспективных космических аппаратов мониторинга (КАМ) на высоких орбитах и ГСО, проведение прогнозных исследований характеристик перспективных КАМ при наличии технических и экономических ограничений, оценки влияния срока реализации проекта на массовые и стоимостные характеристики перспективных КАМ.

Объект исследования КАМ природной среды в составе космической системы мониторинга, используемые на высоких орбитах, а также на геостационарной орбите, с большим разрешением на местности.

Диссертационная работа Чо Хюнчжэ изложена на 142 страницах основного текста, состоит из введения, четырёх глав, заключения и списка использованных источников, состоящего из 46 наименований. Автореферат на 24 страницах соответствует содержанию работы.

В первой главе диссертации «Развитие средств космического мониторинга природной среды на высокой орбите» рассматриваются опытные данные развития средств КАМ на высокой орбите.

Автором проведён тщательный анализ требований к КА ДЗЗ, классификация космических средств мониторинга и космических технологий видовой съёмки.

Сформулирована постановка задачи перспективного проектирования КАМ, как многокритериальной и многопараметрической функциональной задачи, решаемой в рассматриваемый период – Ц(t).

В общем случае диссертант рассматривает задачу проектирования перспективной космической системы мониторинга, которая включает в себя:

- N_i космических аппаратов мониторинга (КАМ) природной среды;
- наземный комплекс управления (НКУ);
- наземный комплекс приёма, обработки и распространения (НКПОР) информации.

Задачи проектирования КАМ в составе космических систем мониторинга записывается следующим образом:

$$\left. \begin{aligned}
 & C_{\Sigma \text{КАМ}} \left(\overset{i-1}{\Pi}_{\text{КА}}, \beta(t_{\text{пр}}) \right) \rightarrow \min; \\
 & W \left(R_{\text{КАМ}}, T_{\text{наб}}, N_{\text{кан}}, S_{\text{об}}, P_{\text{КАМ}}, I_{\text{КАМ}}, \tau_{\text{КАМ}}, m_{\text{КАМ}}, \beta(t_{\text{пр}}) \right) \geq W^{\text{зад}}(t); \\
 & \overset{i-1}{\Pi}_{\text{КА}} \in G_{\text{зад}}(t_{\text{пр}}); \\
 & t_{\text{пр}} \in (T); \\
 & G_{\text{зад}}(t_{\text{пр}}) = \left\{ \overset{i-1}{\Pi}_{\text{КА}} : f_i \left(\overset{i-1}{\Pi}_{\text{КА}}, \beta(t_{\text{пр}}) \right) \geq f_i^{\text{зад}} \right\}; \\
 & \overset{i-1}{\Pi}_{\text{НКУ}}(t_{\text{пр}}), \overset{i-1}{\Pi}_{\text{НКПОР}}(t_{\text{пр}}) - \text{заданы,}
 \end{aligned} \right\}$$

где $C_{\Sigma \text{КАМ}}(\cdot)$ - суммарные затраты КАМ на реализацию проекта в планируемый период,

$W(\cdot)$ – целевая функциональная эффективность КАМ,

$R_{\text{КАМ}}$ - пространственное разрешение КАМ,

$T_{\text{наб}}$ - периодичность наблюдения,

$N_{\text{кан}}$ - количество спектральных каналов,

$S_{\text{об}}$ - обзорность КАМ,

$P_{\text{КАМ}}$ - надёжность функционирования КАМ,

$I_{\text{кам}}$ - объем и качество передаваемой информации,

$\tau_{\text{кам}}$ - срок активного существования КАМ,

$m_{\text{кам}}$ - масса КАМ,

$t_{\text{пр}} \in (T)$ - планируемый период (период времени реализации проекта),

$G_{\text{зад}} t_{\text{пр}}$ - область допустимого выбора проектных параметров. Эта область задается функциональными и параметрическими соотношениями, определяющими внешние и внутренние функциональные связи. (Кроме выделяемых ограничений по массе, надёжности и функциональной эффективности),

$\prod_{\text{КА}}^{i-1}$ - определяет состав подсистем и параметра КА,

$\prod_{\text{НКПИ}}^{i-1}(t), \prod_{\text{КОУ}}^{i-1}(t)$ - параметры наземного комплекса приема информации и комплекса обработки информации и управления,

$\beta(t_{\text{пр}})$ - вектор определяющих параметров. Это коэффициенты массовых, стоимостных зависимостей, соотношений для определения функциональной эффективности и надёжности КАМ, значения которых обычно определяются при анализе опытных данных по прототипам.

Если параметры $\prod_{\text{НКПИ}}^{i-1}(t), \prod_{\text{КОУ}}^{i-1}(t)$ заданы, то задача (1.1) – может быть записана как, задача оптимизации параметров КАМ в составе КСМ. В качестве критерия в этом случае будут суммарные затраты на проект создания КАМ (при $n_{\text{КАМ}} = n_{\text{КАМ}}^{\text{зад}}, P_{\text{КАМ}} = P_{\text{КАМ}}^{\text{зад}}$).

Задача перспективного проектирования является динамичной. Учитывается время прогноза (время реализации проекта). Для решения такой задачи автор использует метод комбинированных временных сечений.

Во второй главе «Модели и методы прогнозирования характеристик перспективных КАМ природной среды» Автор рассматривает методы прогнозирования характеристик перспективных КАМ, с целью проведения

многофакторного анализа и разработки метода и алгоритма формирования динамических статистических моделей КАМ.

Приведены результаты практического применения метода формирования статистических моделей определения массовых и стоимостных зависимостей для высоких орбит КАМ. Автор применяет инженерный приём получения необходимого количества объема статистической выборки за счёт и группирования и включения части выборки в правую и левую стороны рассматриваемого временного интервала. Показано в таблицах и на графиках, что при увеличении $t_{пр}$ (времени реализации проекта) улучшается функциональная эффективность КАМ, уменьшается относительное разрешение, с течением времени масса модулей целевой аппаратуры (МЦА) уменьшается и растут суммарные затраты на создание перспективных КАМ.

В третьей главе «Методика конструктивного прогнозирования технико-экономических характеристик перспективных КАМ природной среды при наличии ограничений» рассматривается постановка задачи конструктивного прогнозирования показателей перспективных КАМ при наличии ограничений, которые определяются работой КАМ в составе космической системы мониторинга к заданному сроку.

Разработанная методика включает в себя решение двух основных задач, а именно:

- прогнозирование динамических параметров массовых и стоимостных показателей модулей целевой аппаратуры к моменту реализации проекта;

- оптимизация параметров перспективных КАМ при наличии ограничений.

Для модулей целевой аппаратуры автор получил на базе опытных данных зависимости по массовым и стоимостным характеристикам, а также соотношения для определения надёжности и функциональной эффективности перспективных КАМ для высоких орбит.

В четвертой главе «Комплексный анализ характеристик перспективных космических аппаратов мониторинга природной среды с учётом технико-экономических ограничений» проводится:

- оценка технико-экономических показателей перспективных КАМ при наличии ограничений по динамике внешних и внутренних связей;
- прогнозный анализ характеристик перспективных КАМ при наличии неопределённостей;
- исследование влияния фактора времени на характеристики перспективных космических средств с учётом влияния времени прогнозирования на точность решения.

В этой главе показана практическая применимость прогнозных оценок характеристик перспективных космических систем мониторинга природной среды, создаваемых на базе универсальных космических платформ весом до 3500 кг с учётом различных ограничений.

Это позволяет повысить надёжность и снизить риски реализации проектов. Здесь же приведены зависимости, используемые для определения массовых и стоимостных характеристик, функциональной зависимости, надёжности КАМ, а также приведена оценка эффективности альтернативных проектных решений КАМ при изменении целевой нагрузки и модернизации космической системы мониторинга в планируемый период.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

В работе представлены математические модели для реализации конструктивного прогнозирования перспективных КАМ в составе космических систем мониторинга. По сравнению с исследовательским прогнозированием, когда на основе опытных данных формируются динамические статистические модели для определения характеристики перспективных КАМ, проводится оценки массовых и стоимостных характеристик перспективных КАМ к моменту прогноза, при конструктивном подходе используются проектные модели, что позволяет учитывать влияние

фактора времени реализации проекта, а также динамику связей внешних и внутренних на решение. Такой подход является обоснованным, так как в этом случае при исследовании перспективной техники можно найти рациональное проектное решение при наличии ограничений.

Сформирована методика прогнозирования технико-экономических характеристик перспективных проектных решений КАМ в составе космической системы мониторинга (КСМ) с радиометром. Методика позволяет вести сравнительный анализ и выбор рациональных проектных решений, оценить влияние функциональных ограничений на решение. Используемые технико-экономические модели получены на основе опытных данных по образцам прототипам с помощью приемов регрессионного анализа. Все это дает основание утвердительно говорить о справедливости теоретических построений.

Проведено исследование характеристик перспективных модулей целевой аппаратуры (МЦА) и КАМ при наличии технико-экономических ограничений. Реализация многокритериального анализа позволяет найти рациональные характеристики перспективных МЦА и КАМ, оценить влияние времени при изменении времени реализации проекта, ограничении массы и информационной производительности и т.д.

В основе таких исследований опытные данные, а также частные технические решения и математические приемы, апробированные в других работах. Поэтому следует считать установленные закономерности научно обоснованными.

Оценка новизны и достоверности

Сформированная в работе методика комплексного анализа характеристик перспективных КАМ в составе КСМ с радиометром позволяет вести сравнительный анализ и выбор рациональных проектных решений, оценить влияние фактора времени технико-экономических характеристик на техническое решение.

В основу предложенных математических моделей и методики прогнозных исследования КАМ в составе КСМ положен опыт реализации проектных разработок, приемы формирования статистических (эмпирических) моделей, и, в частности, регрессионный метод, который используется при формировании динамических статистических моделей. Адекватность соответствующих проектных зависимостей оценивается сравнением со статистическими данными, а также с результатами исследований других авторов.

Замечания по диссертационной работе в целом

1. Рассмотренная задача проектного анализа перспективных КАМ формируется как экстремальная. Однако в работе не показано, каким образом, с помощью какого метода автор собирается находить оптимальное решение. В модельном примере речь идет лишь о переборе на конечном множестве возможных решений.

2. В работе проводится исследование влияния фактора времени (времени прогноза) на оценки технико-экономических характеристик перспективных КАМ в составе космических систем мониторинга. Однако, представлены результаты формирования динамических статистических моделей только для определения массы целевой съемочной системы (ЦСС) и затраты на производство на первого образца. Для получения достоверных результатов необходимо также учитывать влияние фактора времени при оценке стоимостных показателей ЦСС, а также влияние фактора времени на оценки технико-экономических характеристик других подсистем. Поэтому приведенные в этой части результаты работы имеют, в основном, методическую ценность.

3. Диссертационная работа хорошо оформлена, однако, к сожалению, в тексте встречаются досадные опечатки, на которые автору указано.

Отмеченные недостатки не носят принципиального характера, они не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации.

Заключение

Диссертация Чо Хюнчжэ является завершённой научно-исследовательской работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научном уровне. В работе приведены результаты, позволяющие ее квалифицировать как решение актуальной научно-технической задачи создания методики комплексного анализа характеристик КАМ и проведения исследований эффективности перспективных космических систем мониторинга, что имеет важное социально-экономическое значение. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Работа базируется на достаточном числе исходных данных, примеров и расчётов. Она написана доходчиво, грамотно и аккуратно оформлена.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертационная работа отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемых Высшей Аттестационной Комиссией Российской Федерации к кандидатским диссертациям. Автор диссертации Чо Хюнчжэ заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности **05.07.02** «Проектирование, конструкция и производство ЛА».

Официальный оппонент.
Ведущий специалист
отдела 335 – ТЭО РКТ
ФГУП «Организация «Агат»,
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник



В.Д. Оноприенко

Подпись ведущего сотрудника В.Д Оноприенко удостоверяю:

Ученый секретарь НТС
ФГУП «Организация «Агат»



Ю.М. Логвинова