

УДК 621.314.5

Введение понятия «обобщенная некорректная задача» в практику навигационно-баллистического обеспечения управления космических аппаратов

Бетанов Владимир Вадимович^(*)

vlavab@mail.ru

Руслеков Андрей Александрович

contact@spacecorp.ru

АО «Российские космические системы», Москва, Россия

***Аннотация.** На основе системного подхода и теории ультраоператоров введены обобщенные структурные свойства измерительных задач навигационно-баллистического обеспечения (НБО) управления КА, в частности, «обобщенная наблюдаемость». Предлагаемое характеристическое свойство основано на применении информационной производной. Оно служит основой решения задач НБО в традиционных и нетрадиционных условиях.*

***Ключевые слова:** космический аппарат, навигационно-баллистическое обеспечение, обобщенная наблюдаемость*

Введение. Решение различных задач навигационно-баллистического обеспечения (НБО) управления космическими аппаратами (КА) предполагает учет в полной мере инструментария решения, в качестве которого выступает автоматизированная система НБО с соответствующими подсистемами. Вместе с тем, исследование комплексного рассмотрения влияния максимального числа факторов-видов инструментария на конечный результат расчетов в известной литературе отсутствует. Главная трудность здесь, по-видимому, заключается в том, что «декомпозиционное» рассмотрение влияния отдельных факторов в условиях больших систем требует специфических математических методов, моделей, алгоритмов, а также в каждом случае особых приемов, подходов, описаний и пр. До последнего времени отсутствовал удовлетворительный математический аппарат, который позволял бы с единых позиций комплексно описать влияние каждого фактора-вида на конечный результат с достаточной мерой глубины. Учет инструмента решения вносит коррективы и в структурные характеристики измерительных задач.

Методы и материалы; результаты. Разработанная профессором А.В. Чечкиным [1] общая теория ультраоператоров в значительной мере удовлетворяет требованиям исследования вышеназванных вопросов, так как в ней определяется и изучается новый вид отображений, являющихся обобщением классических понятий. Классические отображения осуществляют соответствия между точками множеств. При этом подразумевается, что точки известны с абсолютной точностью. Новые отображения, названные ультраотображениями, осуществляют соответствия между информацией о точках множеств. Таким образом, достигается общность и возможность комплексного рассмотрения вопроса, при сохранении всех возможностей детализирован-

ного описания исследуемого предмета. Основная конструкция теории, названной теорией ультрасистем, позволяет по отдельным сведениям о точке прообраза получать отдельные сведения о точке образа. На множестве ультраоператоров определяются различные операции, и изучается их алгебра.

Применение ультраоператоров и ультрасистем позволяет продуктивно описывать, в том числе обобщенные структурные характеристики измерительных задач, а именно: обобщенную наблюдаемость, обобщенную управляемость, обобщенную идентифицируемость и т. д. на образе объект-системы «задача НБО-инструмент решения АС НБО», а не только в ее информационно-математическом проявлении при постановке и решении задачи.

Так, под *обобщенной наблюдаемостью* измерительной задачи в объект-системе может пониматься наблюдаемость задачи определения параметров движения сложного динамического объекта, например КА, не только за счет «классических» математических ее аспектов (соответствующего ранга матрицы наблюдаемости и вариантов решения в плохообусловленном случае), но также в расширенной математической трактовке и учета влияния других видов обеспечения инструментария.

При новом подходе использование информационной производной в рассматриваемой ультрасистеме позволяет ввести критерий обобщенной наблюдаемости объектов, в т. ч. и самой объект-системы в целом. Последнее особенно важно при выявлении и анализе причин аварийных и нештатных ситуаций при летных испытаниях и эксплуатации исследуемых объектов, а также при уточнении баллистического коэффициента в традиционных и нетрадиционных условиях [2, 3].

Заключение. Применение рассмотренного подхода определения движения сложных динамических объектов с учетом различных вариантов используемого инструментария позволяет в значительной степени улучшить качество проектирования и применения программно-математических комплексов НБО и создания продуктов с новыми потребительскими свойствами и абсолютным качеством.

Список источников

- [1] Чечкин А.В. *Математическая информатика*. Москва, Наука, 1991, 416 с.
- [2] Тюлин А.Е., Круглов А.В., Бетанов В.В. Уточнение согласующих коэффициентов математической модели движения КА с использованием понятия «обобщенная наблюдаемость». *Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы*, 2020, № 4, с. 4–16.
- [3] Буренок В.М., Тюлин А.Е., Василенко В.В., Бетанов В.В., Свиридов К.Н., Климов С.М. *Системное обоснование концептуальных положений применения передовых космических технологий*. Москва, Инновационное машиностроение, 2022, 384 с.