

РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАЗЕМНО-КОСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ В ГАС РФ «ПРАВОСУДИЕ»

Ловцов Д.А., Лобан А.В. *

Ключевые слова: наземно-космическая связь, ГАС РФ «Правосудие», информационно-телеметрическое обеспечение, система телеконтроля, информация, идентификация, тезаурус, устойчивость, структурная оптимизация, развитие.

Аннотация.

Цель работы: совершенствование научно-методической базы решения задач информационно-телеметрического обеспечения (ИТО) наземно-космической связи в ГАС РФ «Правосудие» в условиях нестабильности.

Метод: системный анализ структуры автоматизированной системы информационно-телеметрического обеспечения наземно-космической связи, концептуально-логическое и математическое моделирование предметной области телеконтроля.

Результаты: обосновано, что автоматизированная система ИТО, как открытая система, должна иметь два контура обратной связи: контур устойчивости при типовых воздействиях внешней среды и контур саморазвития для приспособления системы к воздействию различных дестабилизирующих факторов. Разработаны модели описания предметной области телеконтроля при использовании отношений эквивалентности и толерантности между множествами, описывающими подсистемы объекта телеконтроля, в условиях нестабильности.

Показано место и обоснованы задачи «информационного оператора» в структуре автоматизированной системы ИТО для реализации человеко-машинных алгоритмов интеллектуального статистического анализа результатов телеконтроля и формирования обоснованных результатов обработки в условиях помех.

DOI:10.21681/1994-1404-2019-1-29-35

Одной из основных целевых задач функциональной подсистемы наземно-космической связи (НКС) Государственной автоматизированной системы Российской Федерации (ГАС РФ) «Правосудие» является поддержание в актуализированном состоянии единого информационного пространства [10] судебной системы РФ. Эффективность функционирования НКС в значительной степени определяется качеством её баллистико-навигационного [2, 3] и информационно-телеметрического обеспечения, совершенствование и развитие которого осуществляется, главным образом, на основе внедрения новых (нетрадиционных) информационных технологий [7]. Вместе с тем возможности *структурной оптимизации* соответствующих подсистем используются всё ещё недостаточно активно.

В частности, структура существующей *автоматизированной подсистемы информационно-телеметрического обеспечения* (АСИТО) НКС, ориентированная на поддержание целостности системы для устойчивого функционирования в условиях типовых возмущающих воздействий внешней среды, обладает в той или иной мере лишь свойством *саморегулирования*. А о процессах *саморазвития* на основе целенаправленного отбора и накопления *структурной* [7] информации до сих пор речь не шла ни в теории, ни на практике. Оба эти свойства, в единстве, должны способствовать эффективному использованию АСИТО как в обычных, так и в непредвидимых ситуациях путем применения типовой или построения (настройки) новой алгоритмической структуры. Причем в новых алгоритмах можно реализовать известные эффективные *статистические методы* [9] интеллектуального анализа данных с помощью человеко-машинных процедур мониторинга и

* **Ловцов Дмитрий Анатольевич**, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, заместитель по научной работе директора Института точной механики и вычислительной техники им. С. А. Лебедева Российской академии наук, заведующий кафедрой информационного права, информатики и математики Российского государственного университета правосудия, Российская Федерация, г. Москва.

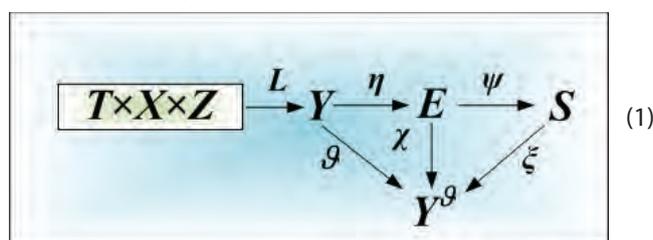
E-mail: dal-1206@mail.ru

Лобан Анатолий Владимирович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры информационного права, информатики и математики Российского государственного университета правосудия, Российская Федерация, г. Москва.

E-mail: aloban@mail.ru

принятия решения по регулированию функционирования *сложных динамических объектов* (космических аппаратов, ретрансляторов, станций слежения и др.) подсистемы НКС.

Таким образом, для выполнения основной цели телеконтроля – предоставления пользователям достоверных оценок состояний сложных динамических объектов НКС, необходимо обеспечить устойчивость (робастность) результатов логической обработки *содержательной* контрольно-измерительной – «телеметрической» информации (ТМИ), в первую очередь, от космических аппаратов (КА) связи и ретрансляции в условиях воздействия дестабилизирующих факторов (помех). На теоретико-множественной модели основные функциональные задачи информационной технологии телеконтроля описываются следующей обобщенной структурой [4 – 6]:



где T – множество моментов времени, в которые наблюдается объект; X, Y – множества входных и выходных сигналов объекта; Z – множество состояний подсистем объекта; E – множество заданных видов технических состояний подсистем; S – множество истинных технических состояний подсистем; Y^g – фактор-множество непересекающихся классов выходных сигналов объекта, взаимно однозначно соответствующее множеству E ; $L, \eta, g, \chi, \psi, \xi$ – отображения наблюдения, классифицирования, факторизации, импликации, оценивания и идентификации технических состояний объекта, соответственно.

Реализация процесса (1) заключается в осуществлении двух последовательно выполняемых этапов.

На *первом* этапе производится большое число экспериментов, связанных с имитацией и наблюдением различных технических состояний бортовых подсистем (БПС) КА на специальных стендах и в натурных условиях. Этот этап является трудоемким и связан со значительными затратами ресурсов при подготовке исходных данных для обработки телеметрической информации (ТМИ). Результатом его являются фактор-множество Y^g состояний БПС объекта и множество E видов технических состояний, составляющие модели БПС и модели визуализации результатов обработки.

Основной способ использования результатов обработки ТМИ при управлении КА состоит в отображении по запросу операторов группы анализа и управления (ГАУ) КА формуляров визуализации. Одним из направлений повышения эффективности контроля всего массива параметров состояния КА является создание определенной иерархической структуры очередности

контроля информации, поступающей от объекта в наземный контур управления полетом (рис. 1). На верхних уровнях такой системы контроля обрабатывается и анализируется информация о КА в целом, а на более низких уровнях детально анализируется информация о состоянии подсистем (узлов, агрегатов, приборов и др.), затем элементов систем.

Процесс логической обработки телеметрических параметров условно подразделяется на первичную и вторичную обработку. *Первичная* обработка (ПВО) связана с выбором и обработкой параметров из общего входного потока ТМИ, выделением из всех поступивших измерений лишь существенных и достоверных отсчетов параметров (устранение синтаксической избыточности), либо формированием массивов цифровой информации («проголосованных» телеграмм). *Вторичная* обработка (ВТО) подразумевает совместную обработку групп параметров (устранение семантической избыточности) в соответствии с принадлежностью их к бортовым подсистемам с целью определения вида технического состояния, в котором находится КА.

Различают формуляры визуализации результатов первичной и вторичной обработки ТМИ [5]. Формуляры визуализации ПВО содержат текущие значения подмножеств телеметрических («физических») параметров, определенных на этапе подготовки исходных данных. Такие подмножества совокупностей параметров позволяют осуществлять контроль БПС, представленных формулярами систем.

Формуляры визуализации ВТО включают информацию *обобщенных* параметров, полученных в процессе классифицирования и оценивания истинных состояний БПС на основе телеметрических параметров из множества ПВО ТМИ. При этом группы совместно обрабатываемых телеметрических параметров задаются с помощью формуляров систем.

Множества формуляров систем и формуляров визуализации составляют *комплексную модель* визуализации результатов обработки ТМИ операторам ГАУ. Они формируются при непосредственном участии специалистов-управленцев и являются тем инструментом, с помощью которого операторы осуществляют активное участие в анализе состояния и управлении КА на различных этапах его жизненного цикла.

Результаты обработки ТМИ отдельного сеанса представляют интерес операторов ГАУ не только в ходе самого сеанса, но и в последующем при разборе нештатных ситуаций на КА, при решении статистических задач, прогнозировании расхода ресурсов КА, составлении отчетов о работе БПС, а также специфических задач в интересах главного конструктора подсистемы наземно-космической связи ГАС РФ «Правосудие». Перечисленные задачи выполняются на этапе полной обработки телеизмерений.

Второй этап реализации процесса (1) заключается в определении видов реальных технических состояний БПС по ТМИ и включает выполнение отображений L, η, ψ (рис. 2).

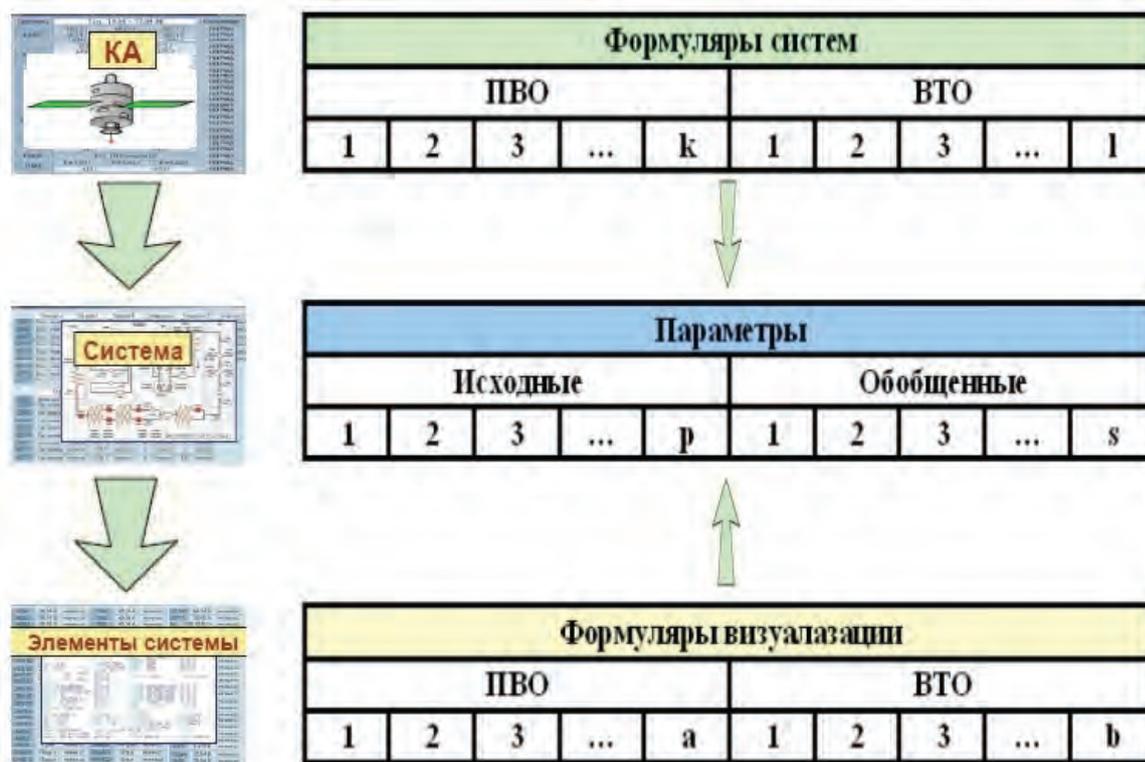


Рис. 1. Структура формул визуализации результатов логической обработки телеметрической информации

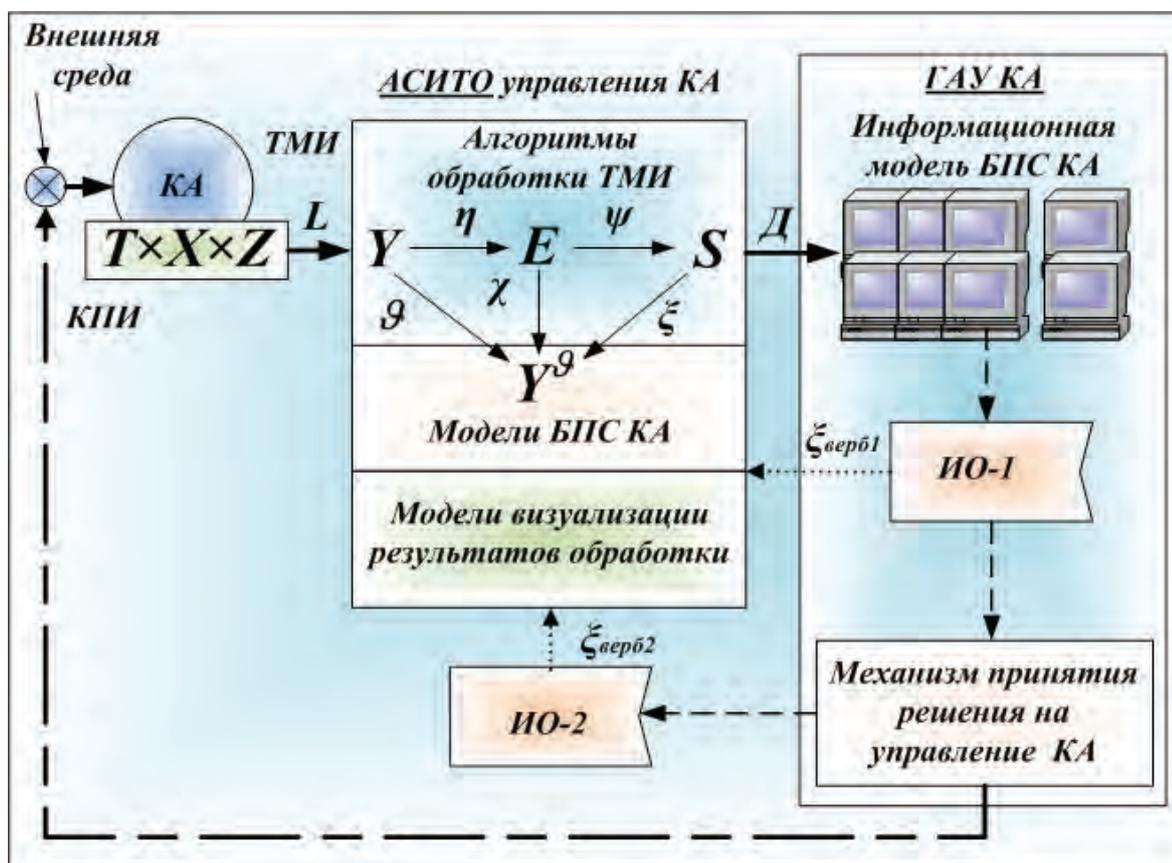


Рис. 2. Двухконтурная автоматизированная система информационно-телеметрического обеспечения

В качестве основных подзадач обработки ТМИ выделяют обработку телеметрических параметров, прием-передачу данных по каналам связи, визуализацию информации на рабочих местах операторов, а также документирование результатов с помощью средств печати. Логическая обработка и представление ТМИ производится на основе моделей телеметрических параметров и моделей представления результатов обработки.

В мировоззренческом плане представляет интерес рассмотрение процессов управления и познания АСИТО как *сложной системы* [7, 8]. В основе данных процессов – активное отражение и цикличность. В [1, 14] дано следующее определение механизма управления: «Механизм управления есть закономерно возникающая в процессе эволюции специфически организованная форма движения материи, заключающаяся в целенаправленном многоциклическом преобразовании информации, в двух взаимосвязанных, замкнутых *обратными связями* (ОС) контурах и функционально реализующая как сохранение устойчивости, управляемого объекта, системы (I контур ОС), так и развитие, дальнейшее повышение уровня ее организации (или создание новых структур) путем отбора и накопления информации (во II контуре ОС)».

Именно во втором контуре обратной связи может возникнуть новая гипотеза, подтверждение которой при очередном эксперименте (цикле телеконтроля) может стать основой новых методов логической обработки, алгоритмов и программ. Другими словами, в I контуре обратной связи воспринимается *явление*, а во II – познается его *сущность*, причем постижение сущности углубляется в ходе осуществления все более целенаправленного воздействия на объект, все более «тонких» экспериментов.

Визуализированные на экранах мониторов результаты обработки ТМИ составляют *информационную модель* объекта [5]. Возможно использование абстрактных (текстовых), наглядных (схем, диаграмм, изображений и др.) и смешанных информационных моделей объекта. Информационный оператор, входящий в ГАУ (*ИО-1*), может по запросу получить в ходе сеанса обработки информации тот или иной фрагмент информационной модели КА, а также моделей БПС, априорно известных до начала сеанса.

Приняв и логически обработав входную информацию (*Д*), полученную из АСИТО (см. рис. 2), *ИО-1* с учетом цели управления передает соответствующее воздействие на механизм принятия решений на управление, который, в свою очередь, формирует управляющее воздействие, передаваемое на борт КА в виде потока *содержательной* командно-программной информации (КПИ). *ИО-1*, кроме того, осуществляет на основе анализа полученных результатов обработки телеизмерений принятие решений на модификацию (параметрическую идентификацию) моделей БПС (вербальное отображение идентификации $\zeta_{\text{âedâ1}}$). В целом это содержание *первого* контура обратной связи при управлении АСИТО как сложной системой.

Дестабилизирующие воздействия (флуктуации) внешней среды могут вызывать отклонение параметров АСИТО, реализующей *информационную технологию телеконтроля*, от нормы. Возникает информация, характеризующаяся неопределенностью, разрешение которой происходит через обратную связь, что в конечном итоге формирует замкнутый контур функционирования системы. Следовательно, целью первого контура обратной связи является сохранение устойчивости в данный момент.

Без отклонения нет информации и процесса управления, нет развития. Сущность процесса развития заключается в целенаправленном накоплении информации с последующим ее упорядочением, приданием структурных свойств. Но в потоке информации, циркулирующей в первом контуре, в каждом цикле управления бывает много разнообразных сведений (избыточных, повторяющихся), в том числе и так называемого «информационного шума». Поэтому необходимо учитывать влияние развития информационной модели КА на последующий процесс обработки данных телеконтроля.

Для этого целесообразно использовать систему управления с семиотическими свойствами [5], реализация которых предполагает наличие еще одного особого канала *ИО-2*, осуществляющего принятие на основе КПИ решений на модификацию (структурную идентификацию) модели знаний об объекте. По существу, при этом производится интерпретация наблюдаемых ответных реакций среды и состояний (*Z*) объекта управления на воздействие механизма управления путем изменения параметров моделей (Y^g), используя вербальное отображение $\zeta_{\text{âedâ2}}$ для идентификации моделей визуализации и моделей БПС КА. Это контур *структурной* информации, цель которого в отборе и запоминании множества «полезных следов» воздействия, контур накопления разнообразия, его формирования в определенную структуру (иначе говоря, контур развития и совершенствования системы).

Каждый информационно-управленческий цикл в *первом* контуре – это *квант регулирования*, т.е. элементарный акт регулирования, который заканчивается тем, что в базу данных и знаний (БДЗ) системы вносятся новые формализованные данные, приводящие к пополнению тезауруса-классификатора K_T (*thesaurus-classifier*) новыми сведениями. Совокупность таких актов обеспечивает общую *устойчивость* системы.

А каждый цикл во *втором* контуре (учет данных телеконтроля и опыта аналитиков; использование результатов статистического анализа, трендов, моделей прогноза при принятии очередного решения) как элементарный акт внедрения нового – это *квант развития* системы, характеризующийся появлением новых знаний о происходящих процессах в системе, приводящий к пополнению тезауруса-запаса знаний K_P (*people thesaurus* – тезаурус людей-операторов). В результате интеллектуальных процедур неформализованные знания из исходного запаса должны интерпретироваться в БДЗ системы для их после-

дующего использования при управлении. При этом механизм принятия решения на управление должен иметь в своем составе так называемый *семантический фильтр*, который осуществляет отбор информации с учетом предметности и ценности новых «порций» данных для целевой функции системы, для ее целостности на фоне воздействия дестабилизирующих факторов.

Моделирование предметной области телеконтроля КА является основой для построения классификационных отношений, среди которых наибольший практический интерес имеют отношения *эквивалентности* и *толерантности*. Именно эти важнейшие категории в теории отношений общей алгебры, представляющие собой комбинированные специальные свойства бинарных отношений, составляют основу для проведения различных классификаций.

При использовании *эквивалентности* логическое отношение между основанием и следствием (импликация) не нуждается в эмпирическом исследовании, так как устанавливается с помощью чисто логических рассуждений на основе предыдущего опыта разработчиков и, как правило, зафиксировано в конструкторской документации на КА заранее, или уточняется в первом контуре обратной связи с помощью вербального отображения идентификации *Σ áedáí*. Соответствующие алгоритмы классифицирования реализуются на практике без участия лица, принимающего решение.

Из фундаментальной схемы телеконтроля [11] следует, что вектор $\vec{S}(t)$ сигналов на передающей стороне многоканального тракта и вектор $\vec{X}(t)$ сигналов на приемной стороне многоканального тракта отличаются между собой по причине воздействия помех, сбоев и др. (случайных процессов $\vec{n}(t)$), т.е. в результатах наблюдения $\vec{y}(t) \in Y(t)$ содержатся случайные составляющие помех с неизвестными, в общем случае, характеристиками распределения случайных величин:

$$\begin{aligned} \vec{n}(t) &\Rightarrow \left\{ \otimes \right\} \rightarrow \vec{X}(t) \rightarrow \vec{V}_B(t) \rightarrow \vec{L}_B(t) \rightarrow \vec{Y}(t) \\ \vec{S}(t) &\Rightarrow \left\{ \otimes \right\} \end{aligned} \quad (2)$$

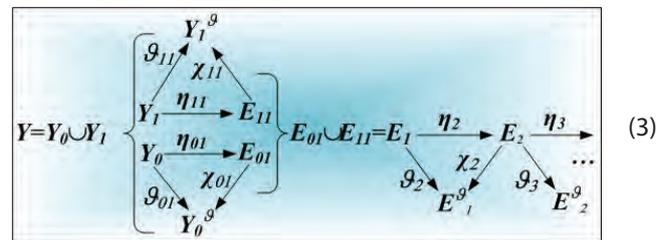
где $\vec{S}(t)$ – вектор сигналов на передающей стороне многоканального тракта; $\vec{X}(t)$ – вектор сигналов на приемной стороне многоканального тракта; $\vec{V}_B(t)$ – вектор восстановленных сообщений $V(t)$; $\vec{L}_B(t)$ – вектор восстановленных характеристик поведения объекта $L(t)$; $\vec{Y}(t)$ – вектор совокупности первичных дискретных сообщений.

Это приводит к тому, что границы различимости множеств, определенных по отношениям эквивалентности, становятся менее четкими и однозначными, образуются покрытия между множествами, описывающими исследуемые объекты. В этом случае необходимо проводить факторизацию отношений *толерантности* [15], которая предполагает декомпозицию параметров телеконтроля на классы толерантности, тем самым, расширяя возможности исследования и формирования устойчивых к помехам результатов обработки телеизмерений группы параметров, характеризующих контролируруемую БПС.

Вопросы исследования структур декомпозиции на классы толерантности и переноса отношений толерантности с одного множества на другое в современной универсальной алгебре и теории классификации рассмотрены с общих позиций [12, 13], а практические аспекты синтеза робастных диалоговых алгоритмов классифицирования и оценивания состояний контролируемых систем до сих пор являются актуальными.

Анализ показал, что на практике классы толерантности множеств параметров целесообразно учитывать на первом слое принятия решений для телеконтроля КА, т.е. при отображении в (1) множества Y в множество E . Логично разделить множество Y на два подмножества: Y_0 – моделируемому по отношению эквивалентности, и Y_1 – учитывающему отношения толерантности, $Y = Y_0 \cup Y_1$.

Тогда общая структура стратифицированного моделирования проблемной области телеконтроля БПС может быть представлена в виде:



где Y_0^g – фактор-множество Y_0 по отношению эквивалентности, а Y_1^g – фактор-множество Y_1 по отношению толерантности;

\mathcal{G}_{01} – отображение факторизации между множествами Y_0 и Y_0^g по отношению эквивалентности, а \mathcal{G}_{11} – отображение факторизации между множествами Y_1 и Y_1^g по отношению толерантности;

χ_{01} – отображение импликации между множествами E_{01} и Y_0^g по отношению эквивалентности, а χ_{11} – отображение импликации между множествами E_{11} и Y_1^g по отношению толерантности;

η_{01} – отображение классифицирования между множествами Y_0 и E_{01} по отношению эквивалентности, а η_{11} – отображение классифицирования между множествами Y_1 и E_{11} по отношению толерантности;

$E_1 = E_{01} \cup E_{11}$ – множество обобщенных параметров с первого уровня обработки;

$E_2, E_1^g, \mathcal{G}_2, \chi_2, \eta_2$ – множества и отображения на втором уровне обработки и др.

Для коммутативной диаграммы по отношению эквивалентности (Y_0, Y_0^g, E_{01}) справедливо выражение $\mathcal{G}_{01} = \chi_{01}\eta_{01}$ [12], а для коммутативной диаграммы по отношению толерантности (Y_1, Y_1^g, E_{11}) выражение $\mathcal{G}_{11} = \chi_{11}\eta_{11}$, что доказано в [13].

Рассмотренная модель (3) факторизации параметров телеконтроля позволяет делать описание с различной степенью детализации, используя абстрактные, наименее ограниченные структуры. Обязательным условием при этом является обеспечение жесткого семантического соответствия между оперируемыми объектами и физическими процессами телеконтроля для

ввода данных опыта в систему научного знания. Важно заметить, что алгоритмы, реализующие отношение толерантности между множествами, должны интерпретировать воздействия особого канала **ИО-2** (см. рис. 2) при формировании результатов телеконтроля БПС. Отсюда можно заключить, что второй контур обратной связи для АСИТО – это специфический интеллектуальный анализ данных телеконтроля из первого контура обратной связи, данных КПИ, опыта управленцев и др.

Таким образом, для придания АСИТО управления КА ретрансляции и связи в НКС не только свойства саморегулирования, но и свойства развития система должна иметь два контура обратной связи: контур обеспечивающий целостность системы для устойчивого функционирования в условиях прецедентных (типовых) воздействий внешней среды и контур самораз-

вития для получения толерантных оценок результатов телеконтроля в условиях воздействия дестабилизирующих факторов.

В основе механизма саморазвития АСИТО должны лежать результаты телеконтроля бортовых подсистем КА, циркулирующие в первом контуре обратной связи, придающей устойчивость системе, и которые целесообразно использовать для структурной идентификации системы во втором контуре обратной связи – контуре саморазвития. Именно здесь, на основе интеллектуального анализа статистических данных могут появляться новые информационные структуры, модели и алгоритмы как результат процесса саморазвития автоматизированной системы информационно-телеметрического обеспечения наземно-космической связи в ГАС РФ «Правосудие» в условиях нестабильности.

Рецензент: **Бетанов Владимир Вадимович**, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, г. Москва, России.

Литература

1. Абдеев Р. Ф. Философия информационной цивилизации. – М.: «Владос», 1994. – 433 с.
2. Бетанов В. В., Ларин В. К. Концепция гибридной технологии баллистико-навигационного обеспечения наземно-космической связи в ГАС РФ «Правосудие» // Правовая информатика. – 2018. – № 2. – С. 39 – 46.
3. Бетанов В. В., Ларин В. К. Построение эффективной экспертной системы баллистико-навигационного обеспечения наземно-космической связи в ГАС РФ «Правосудие» // Правовая информатика. – 2017. – № 3. – С. 50 – 57.
4. Дмитриев А. К., Мальцев П. А. Основы теории построения и контроля сложных систем. – Л.: Энергоатомиздат, 1988. – 192 с.
5. Лобан А. В. Информационная технология распределенного диагностирования космических аппаратов. – М.: ДПК Пресс, 2015. – 144 с.
6. Лобан А. В., Ловцов Д. А. Информационные технологии робастного телеконтроля изделий РКТ: состояние и перспективы // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. – 2015. – Т. 2. – Вып. 3. – С. 68 – 78.
7. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем: Тезаурус. – М.: Наука, 2005. – 248 с.
8. Ловцов Д. А. Системный анализ. Часть. 1. Теоретические основы. – М.: РГУП, 2018. – 224 с.
9. Ловцов Д. А., Богданова М. В., Паршинцева Л. С. Основы статистики / Под ред. Д. А. Ловцова. – М.: РГУП, 2017. – 160 с.
10. Ловцов Д. А., Ниесов В. А. Формирование единого информационного пространства судебной системы России // Российское правосудие. – 2008. – № 11. – С. 78 – 88.
11. Мановцев А. П. Введение в цифровую радиотелеметрию. – М.: Энергия, 1967. – 343 с.
12. Общая алгебра. Т.1 / О. В. Мельников, В. Н. Ремесленников, В. А. Романьков и др. / Под общ. ред. Л. А. Скорнякова. – М.: Наука. – 1990. – 592 с.
13. Омельченко В. В. Общая теория классификации. Часть II. Теоретико-множественные основания / Предисл. Д. А. Ловцова. – М.: «Либроком», 2010. – 296 с.
14. Симанков В. С., Луценко Е. В., Лаптев В. Н.. Системный анализ в адаптивном управлении / Под ред. В. С. Симанкова. – Краснодар: КубГТУ, 2001. – 258 с.
15. Шрейдер Ю. А., Шаров А. А. Системы и модели. – М.: Радио и связь, 1982. – 152 с.

DEVELOPMENT OF INFORMATION AND TELEMETRY SUPPORT FOR SPACE-TO-GROUND COMMUNICATION IN THE STATE AUTOMATED SYSTEM OF THE RUSSIAN FEDERATION “PRAVOSUDIE” [“JUSTICE”]

Dmitrii Lovtsov, Doctor of Science (Technology), Professor, Merited Scientist of the Russian Federation, Deputy Director for Research of Lebedev Institute of Precision Mechanics and Com-

puter Engineering of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Information Technology Law, Informatics and Mathematics of the Russian State University of Justice, Russian Federation, Moscow.

E-mail: dal-1206@mail.ru

Anatolii Loban, Ph.D. (Technology), Senior Researcher, Associate Professor at the Department of Information Technology Law, Informatics and Mathematics of the Russian State University of Justice, Russian Federation, Moscow.

E-mail: aloban@mail.ru

Keywords: space-to-ground communication, State Automated System of the Russian Federation "Pravosudie" ["Justice"], information and telemetry support, remote control system, information, identification, thesaurus, stability, structure optimisation, development.

Abstract.

Purpose of the work: improving the scientific and methodological basis for solving problems of information and telemetry support (ITS) for space-to-ground communication in the State Automated System of the Russian Federation "Pravosudie" ["Justice"] under the conditions of instability.

Method used: systemic analysis of the structure of the automated system of information and telemetry support for space-to-ground communication, conceptual-cum-logical and mathematical modelling of the remote control subject area.

Results obtained: it is justified that an automated system for ITS, being an open system, should have two feedback loops: one for stability under typical ambient impacts, and another one for self-development, in order to adapt the system to the impact of various destabilising factors. Models are developed which describe the remote control subject area using equivalence and tolerance relations between sets describing subsystems of the remote control object under the conditions of instability.

The place of the "information operator" is shown and a justification is given for his tasks in the structure of the automated system of ITS for implementing man-machine algorithms of intelligent statistical analysis of the results of remote control and obtaining well-founded processing results under the conditions of interference.

References

1. Abdeev R. F. *Filosofia informatsionnoi tsivilizatsii*, M. : Vldos, 1994, 433 pp.
2. Betanov V. V., Larin V. K. *Kontseptsiia gibridnoi tekhnologii ballistiko-navigatsionnogo obespecheniia nazemno-kosmicheskoi svyazi v GAS RF "Pravosudie"*, *Pravovaia informatika*, 2018, No. 2, pp. 39-46.
3. Betanov V. V., Larin V. K. *Postroenie effektivnoi ekspertnoi sistemy ballistiko-navigatsionnogo obespecheniia nazemno-kosmicheskoi svyazi v GAS RF "Pravosudie"*, *Pravovaia informatika*, 2017, No. 3, pp. 50-57.
4. Dmitriev A. K., Mal'tsev P. A. *Osnovy teorii postroeniia i kontrolya slozhnykh sistem*, L. : Energoatomizdat, 1988, 192 pp.
5. Loban A. V. *Informatsionnaia tekhnologiya raspredelennoho diagnostirovaniia kosmicheskikh apparatov*, M. : DPK Press, 2015, 144 pp.
6. Loban A. V., Lovtsov D. A. *Informatsionnye tekhnologii robnastnogo telekontrolia izdelii RKT: sostoianie i perspektivy, Raketno-kosmicheskoe priborostroenie i informatsionnye sistemy*, 2015, t. 2, vyp. 3, pp. 68-78.
7. Lovtsov D. A. *Informatsionnaia teoriia ergasistem : tezaurus*, M. : Nauka, 2005, 248 pp.
8. Lovtsov D. A. *Sistemnyi analiz. Chast' 1. Teoreticheskie osnovy*, M. : RGUP, 2018, 224 pp.
9. Lovtsov D. A., Bogdanova M. V., Parshintseva L. S. *Osnovy statistiki*, pod red. D. A. Lovtsova, M. : RGUP, 2017, 160 pp.
10. Lovtsov D. A., Niesov V. A. *Formirovanie edinogo informatsionnogo prostranstva sudebnoi sistemy Rossii, Rossiiskoe pravosudie*, 2008, No. 11, pp. 78-88.
11. Manovtsev A. P. *Vvedenie v tsifrovuiu radiotelemetriiu*, M. : Energiia, 1967, 343 pp.
12. *Obshchaia algebra*, t. 1, O. V. Mel'nikov, V. N. Remeslennikov, V. A. Roman'kov i dr., pod obshch. red. L. A. Skorniakova, M. : Nauka, 1990, 592 pp.
13. Omel'chenko V. V. *Obshchaia teoriia klassifikatsii. Chast' II. Teoretiko-mnozhestvennye osnovaniia*, predisl. D. A. Lovtsova, M. : Librokom, 2010, 296 pp.
14. Simankov V. S., Lutsenko E. V., Laptev V. N.. *Sistemnyi analiz v adaptivnom upravlenii*, pod red. V. S. Simankova, Krasnodar : KubGTU, 2001, 258 pp.
15. Shreider Iu. A., Sharov A. A. *Sistemy i modeli*, M. : Radio i svyaz', 1982, 152 pp.