

Авиационная и ракетно-космическая техника

УДК 621.398

10.18698/0536-1044-2016-10-96-102

Информационная устойчивость автоматизированной системы управления полетом космического аппарата как интегральное свойство, определяющее ее качество

А.Г. Андреев¹, Г.В. Казаков¹, В.В. Корянов²

¹ ФГБУ «4 ЦНИИ» Минобороны России, 141091, Королев, Московская обл., Российская Федерация, Юбилейный мкр., М.К. Тихонравова ул., д. 29

² МГТУ им. Н.Э. Баумана, 105005, Москва, Российская Федерация, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1

Information Stability of an Automated Flight Control System for Spacecraft as an Integrated Property Defining its Quality

A.G. Andreev¹, G.V. Kazakov¹, V.V. Koryanov²

¹ Federal State Budgetary Educational Institution 4th Central Scientific Research Institute 4 TsNII, Ministry of Defense of the Russian Federation, 141091, Korolev, Moscow region, Russian Federation, Yubileyny residential district, M.K. Tikhonravov St., Bldg. 29

² BMSTU, 105005, Moscow, Russian Federation, 2nd Baumanskaya St., Bldg. 5, Block 1



e-mail: kgv.64@mail.ru, vkoryanov@mail.ru



В современной науке область применения термина «устойчивость» расширилась по сравнению с классической теорией устойчивости динамических систем. Специфический вид устойчивости, основанный на использовании теории катастроф, связан с определением, данным В.И. Арнольдом, когда при плавном изменении условий происходит резкое негативное изменение состояния системы критических приложений, к классу которых относится автоматизированная система управления полетом космического аппарата. Для этой системы такая ситуация может наступить, если данные полета космического аппарата будут нереализуемыми для выполнения задач космического аппарата. Информационная устойчивость является интегральным свойством, включающим в себя такие ключевые свойства, как качество процесса подготовки данных полета космического аппарата, информационная безопасность данных полета космического аппарата, восстанавливаемость процесса подготовки данных полета при воздействии факторов риска нарушения его непрерывности. Качество процесса подготовки данных полета космического аппарата оценивается показателем оперативно-технического уровня автоматизированной системы, а информационная безопасность данных полета — значением остаточного риска. Задача оценки информационной устойчивости заключается в том, чтобы спроектировать такую структуру автоматизированной системы управления, ее средства реализации и защиты, которые обеспечивали бы минимальное время каждого этапа процесса подготовки данных полета космического аппарата в любом режиме функционирования системы.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, восстанавливаемость, информационная безопасность, качество, космический аппарат, оперативно-технический уровень, устойчивость.

i In modern science the term «stability» is used more widely than in the classical theory of stability of dynamic systems. The specific type of stability based on the catastrophe theory is connected with the definition given by V.I. Arnold; when during smooth change of conditions, there is a sharp negative change in the condition of the critical application system, which the automated spacecraft flight control system belongs to. For this system such a situation can occur if the spacecraft flight data is unrealizable to perform spacecraft tasks. Information stability is the integrated property that includes such key properties of the spacecraft as the quality of flight data preparation process, flight data information security, and restorability of the flight data preparation process when there are risk factors that may disrupt its continuity. The quality of the flight data preparation process is evaluated by the indicator of the operation-technical level of the automated system, while the information security of the flight data is evaluated by the residual risk value. The purpose of evaluating the information security is to design such a structure of the automated control system, its implementation and protection, that would guarantee the minimum time for each stage of the flight data preparation process, for the system operating in any function mode.

Keywords: automated control system, restorability, information security, quality, space vehicle, operating and technical level, stability.

Как отмечено в работе [1], термин «устойчивость» не имеет математически строгого содержания. Его уточняют, как правило, за счет конкретизации и сужения области его приложения. Используют разные определения для различных типов устойчивости движения систем [2]: устойчивость по Ляпунову, Андронову – Понтрягину, Лагранжу, Пуассону. Большая часть научных исследований посвящена разработке теории устойчивости динамических систем.

В современной науке область применения термина «устойчивость» расширилась по сравнению с классической теорией устойчивости динамических систем. Так, в теоретической информатике введено понятие «устойчивость вычислительного процесса», а в области телекоммуникационных систем — «устойчивость функционирования», которая определяется исходя из директивного времени, ограничивающего время отклика на информационные запросы. Специфический вид устойчивости, основанный на использовании теории катастроф, связан с определением, данным В.И. Арнольдом в работе [3], когда при плавном изменении условий происходит резкое негативное изменение состояния системы критических приложений, к классу которых относится автоматизированная система управления полетом космического аппарата (АСУП КА). Для этой системы такая ситуация может наступить, если данные полета КА будут нереализуемыми для выполнения задач КА.

Применение теории катастроф к решению глобальной проблемы обеспечения эффективности использования КА связано с принципами построения АСУП КА, но представляет собой самостоятельную проблему, требующую проведения специальных исследований в области как АСУП КА, так и теории эффективности применения КА (которая выходит за рамки рассматриваемой в статье темы).

Цель работы — анализ основных аспектов и формулировка проблемы обеспечения информационной устойчивости АСУП КА.

Информационная устойчивость (ИУ) является интегральным свойством, включающим в себя такие свойства, как качество процесса подготовки данных (ПД) полета КА, информационную безопасность (ИБ) данных полета КА, восстанавливаемость процесса ПД полета КА при воздействии факторов риска нарушения его непрерывности. Качество процесса ПД полета КА оценивают показателем оперативно-технического уровня АСУП КА, а ИБ данных (данных полета КА) — значением остаточного риска.

Анализ рисков при исследовании ИБ автоматизированных систем считается основным методом, позволяющим определить адекватные меры и средства нейтрализации угроз их ИБ. Однако с точки зрения используемого математического аппарата известные методы анализа рисков во многом являются незавершенными (например, весьма условные табличные методы

анализа рисков или аналитическое выражение риска, лишенное всякого физического смысла). Кроме того, эти методы требуют таких исходных данных, получить которые на практике не всегда представляется возможным.

Основные аспекты проблемы обеспечения информационной устойчивости АСУП КА. Понятие устойчивости с точки зрения общей теории систем [4] состоит в следующем. Пусть d^* и e^* соответствуют причине и следствию некоторого явления, т. е. существует некоторое отображение F такое, что $F(d^*) = e^*$. Пусть также в некоторой другой ситуации другая причина d вызовет другое следствие $e = F(d)$. Причинно-следственная пара (e^*, d^*) называется устойчивой, если незначительные отклонения от e^* вызываются малыми отклонениями от d^* , т. е. если для всех d близких к d^* соответствующие следствия $e = F(d)$ будут близки к e^* .

Для информационных систем критических приложений с точки зрения качества обрабатываемой информации не существует понятия «малое отклонение», поскольку даже одна синтаксическая ошибка в данных может привести к нарушению функционирования такой системы. Отсюда следует, что для информационных систем критических приложений (систем с потенциально опасными последствиями), к классу которых относится АСУП КА, не существует понятия «устойчивость» даже в его общем представлении. В связи с этим в данной статье изложен другой подход с учетом специфики информационных систем.

В этом подходе предложено применять понятие «малое отклонение» не к качеству обрабатываемой информации, а ко времени ее обработки (показателю оперативности системы) при условии, что достоверность, реализуемость и безопасность подготовленных данных полета КА обеспечена специальными средствами контроля.

Поскольку основной функцией АСУП КА является своевременная подготовка выходной информации в виде качественных данных полета КА в требуемом объеме, интегральной характеристикой качества процесса ее функционирования является ИУ. Выделим с формальной точки зрения два понятия информационной устойчивости АСУП КА: сильной и слабой.

Сильная информационная устойчивость АСУП КА — свойство системы обеспечивать непрерывное протекание штатного режима ее функционирования по подготовке качествен-

ных (достоверных и реализуемых) данных полета КА в заданном объеме за отведенное время в условиях воздействия непреднамеренных (случайных) и преднамеренных факторов риска на информационные ресурсы АСУП КА.

АСУП КА функционирует в различных условиях j . Пусть $V_{АСУП}(N_{КА})_j$ — объем подготавливаемых данных полета для $(N_{КА})_j$ — числа КА в j -х условиях функционирования АСУП КА; $\Delta T_{ПД}^{АСУП}(N_{КА})_j$ — текущее время их подготовки. Тогда эти параметры при условии сильной ИУ АСУП КА связаны следующим дифференциальным уравнением:

$$\Delta T_{ПД}^{АСУП}(N_{КА})_j dV_{АСУП} - V_{АСУП} d\Delta T_{ПД}^{АСУП}(N_{КА})_j = 0 \quad (1)$$

или

$$\frac{dV_{АСУП}}{V_{АСУП}} = \frac{d\Delta T_{ПД}^{АСУП}(N_{КА})_j}{\Delta T_{ПД}^{АСУП}(N_{КА})_j}.$$

Решение этого уравнения имеет вид

$$\ln V_{АСУП} = \ln \Delta T_{ПД}^{АСУП}(N_{КА})_j + \ln C,$$

где C — постоянная, определяющая угол наклона прямой зависимости времени ПД полета КА от объема данных.

Отсюда

$$\Delta T_{ПД}^{АСУП}(N_{КА})_j = \frac{V_{АСУП}}{C}.$$

Определив значение постоянной C , используя требуемые значения координат точки A , как показано на рис. 1, получим окончательное выражение

$$\Delta T_{ПД}^{АСУП}(N_{КА})_j = \frac{\Delta T_{ПД}^{ТР}(N_{КА})_j}{V^{ТР}} V_{АСУП}. \quad (2)$$

Таким образом, сильная ИУ АСУП КА требует непрерывного протекания процесса ПД полета КА, что в общем случае практически невозможно из-за наличия случайных и пред-

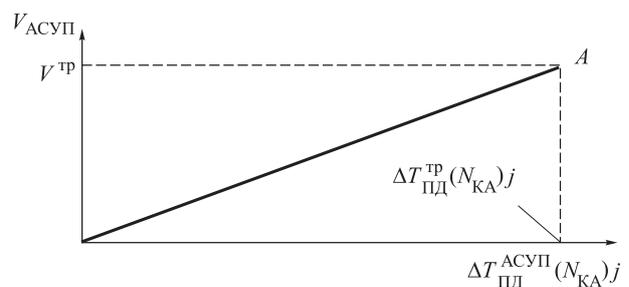


Рис. 1. Геометрическая интерпретация сильной ИУ АСУП КА

намеренных факторов риска. В связи с этим введено понятие слабой ИУ, которое определяется следующим образом.

Слабая информационная устойчивость АСУП КА — свойство системы поддерживать в определенных пределах штатный режим ее функционирования, обеспечивающий подготовку качественных (достоверных и реализуемых) данных полета КА в заданном объеме за отведенное время с допустимым уровнем риска в условиях воздействия случайных и преднамеренных факторов риска на информационные ресурсы АСУП КА.

На рис. 2 приведена геометрическая интерпретация сильной (прямая 1) и слабой (ломаная 2) ИУ АСУП КА.

Из рис. 2 видно, что зависимость $V_{АСУП}$ от $\Delta T_{ПД}^{АСУП}(N_{КА})_j$ представляет собой ломаную линию, удовлетворяющую на некоторых интервалах условию

$$\frac{dV_{АСУП}(\Delta T_{ПД}^{АСУП}(N_{КА})_j)}{d\Delta T_{ПД}^{АСУП}(N_{КА})_j} = 0. \quad (3)$$

Очевидно, что на отрезках $[O, B]$, $[C, D]$, $[E, F]$, ..., $[G, \Delta T_{ПД}^{АСУП}(N_{КА})_j]$ зависимость $V_{АСУП}$ от $\Delta T_{ПД}^{АСУП}(N_{КА})_j$ описывается уравнениями типа (1) с решениями (2), определяемыми соответствующими коэффициентами. Отсюда следует, что для слабой ИУ АСУП КА функция

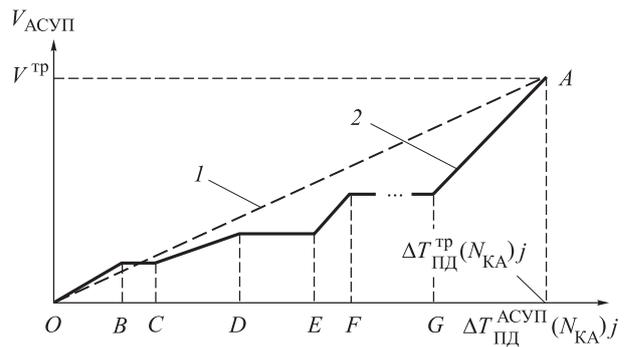


Рис. 2. Геометрическая интерпретация сильной (1) и слабой (2) ИУ АСУП КА

$V_{АСУП}(\Delta T_{ПД}^{АСУП}(N_{КА})_j)$ принадлежит к классу кусочно-непрерывных функций, к которой предъявляется лишь одно требование — в точке $\Delta T_{ПД}^{АСУП}(N_{КА})_j$ она должна равняться $(V^{тр} \pm \delta)$, где $\delta > 0$ — некоторое допустимое число.

Требуемые значения углов наклона участков кусочно-непрерывной функции $V_{АСУП}(\Delta T_{ПД}^{АСУП}(N_{КА})_j)$ определяются свойствами используемых элементов средств ПД полета КА и механизмов защиты.

Для выявления этих свойств сначала необходимо определить основные свойства АСУП КА в трех аспектах, а затем при необходимости каждое из них декомпозировать на ряд частных свойств. Три аспекта представления качества

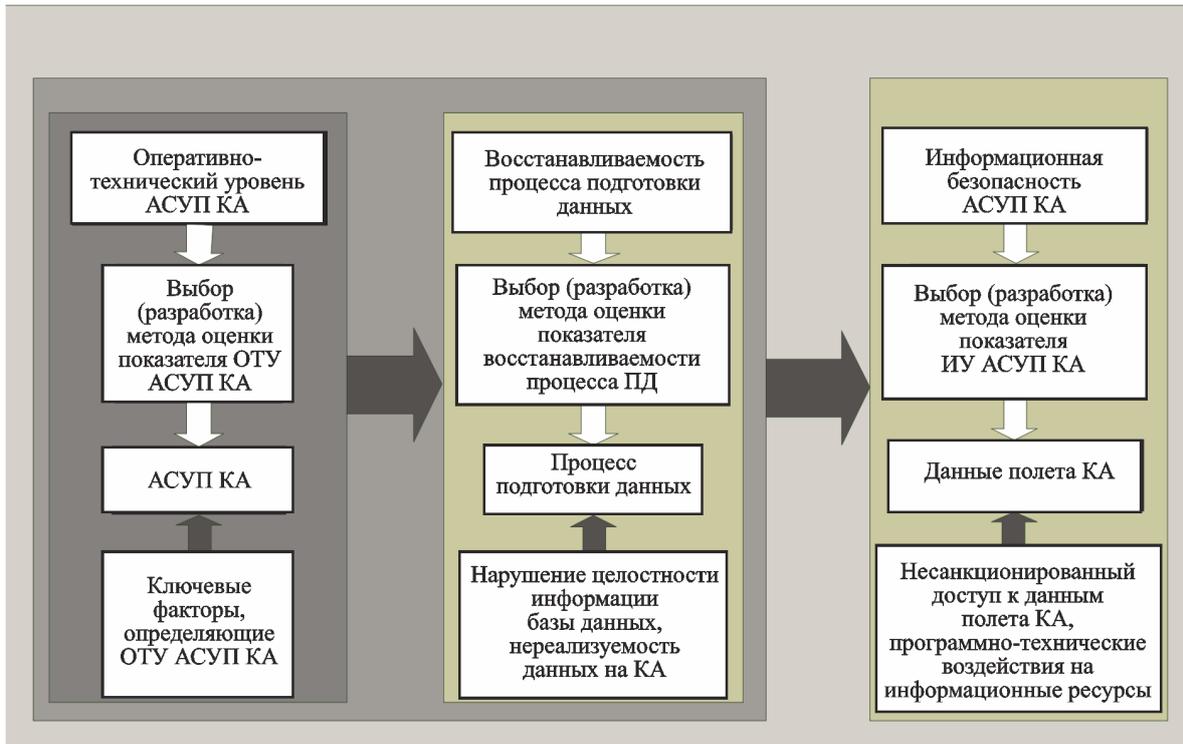


Рис. 3. Три аспекта представления качества АСУП КА

АСУП КА как сложной организационно-технической системы приведены на рис. 3.

Первый аспект связан со свойствами оперативного и системотехнического уровней, определяющими оперативно-технический уровень (ОТУ) АСУП КА, второй — со свойствами восстанавливаемости информации, синтаксическая или семантическая правильность которой нарушена под воздействием соответствующих факторов риска, а третий — со свойствами ИБ, нарушение которых обусловлено воздействием угроз ИБ АСУП КА.

Основная задача для всех трех аспектов заключается в минимизации значений интервалов, на которых выполняется условие (3) и обеспечении соответствующих углов наклона ломаной, представленной на рис. 2.

Формулировка проблемы обеспечения информационно устойчивости АСУП КА. Обозначим через $\mathfrak{S}_I^*(I_{\text{пКА}}, \Pi_{\text{ОП}}^*, \Pi_{\text{ТС}}^*, \Pi_{\text{ПО}}^*)$ оператор преобразования входной информации $I_{\text{пКА}}$ АСУП КА в выходную информацию за требуемый интервал времени $\Delta T_{\text{ПД}}^{\text{АСУП}}(N_{\text{КА}})_j$, обладающий сильной ИУ, где $\Pi_{\text{ОП}}^*, \Pi_{\text{ТС}}^*, \Pi_{\text{ПО}}^*$ — элементы вектора производительности $\Pi^* = (\Pi_{\text{ОП}}^*, \Pi_{\text{ТС}}^*, \Pi_{\text{ПО}}^*)$ АСУП КА соответственно оперативного персонала (ОП), технических средств (ТС) и программного обеспечения (ПО), а через $\mathfrak{S}_I(I_{\text{пКА}}, \Pi_{\text{ОП}}, \Pi_{\text{ТС}}, \Pi_{\text{ПО}})$ — оператор преобразования входной информации АСУП КА в подготовленные качественные данные полета КА, введенные в базу данных АСУП и наземного цифрового вычислительного комплекса (НЦВК) КА за интервал времени $\Delta T_{\text{ПД}}^{\text{АСУП}}(N_{\text{КА}})_j$, обладающий слабой ИУ. Тогда

$$\mathfrak{S}_I^*(\Pi_{\text{ОП}}^*, \Pi_{\text{ТС}}^*, \Pi_{\text{ПО}}^*) = \lim_{\Pi \rightarrow \Pi^*} \mathfrak{S}_I.$$

Отсюда следует, что сильная ИУ АСУП КА является предельным случаем слабой ИУ.

Введем пространство $A(\alpha)$ параметров процесса ПД полета КА, где $\alpha = [\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6]$ — этапы процесса ПД: α_1 — этап загрузки (актуализации) базы данных АСУП КА; α_2 — этап планирования информационно-вычислительных работ; α_3 — этап формирования и контроля данных полета КА; α_4 — этап доставки и ввода данных в аппаратуру АСУП КА; α_5 — этап доставки и ввода данных полета КА в базу данных АСУП КА и НЦВК АСУП КА; α_6 — этап доведения отчетных материалов о вводе данных в специальный носитель информации АСУП КА.

Введем также интервалы времени, соответствующие каждому этапу процесса ПД $\Delta T_i = (\tau\alpha_i - \tau\alpha_{i-1})$, при $\tau\alpha_0 = 0$, затрачиваемые на последовательное выполнение операций по ПД полета КА.

Для обеспечения сильной ИУ АСУП КА необходимо, чтобы каждый интервал имел минимальное значение при выполнении условий достижения требуемых значений критериями достоверности и реализуемости данных полета КА, равно как и критериями ИБ и восстанавливаемости процесса ПД.

В этих обозначениях проблема обеспечения ИУ АСУП КА может быть формально определена следующим образом — спроектировать такую структуру АСУП КА, ее средства реализации и защиты, которые обеспечивали бы минимальное время каждого этапа процесса ПД в j -м режиме функционирования АСУП КА:

$$(\Delta T_i^*)_j = \min_{\Pi \rightarrow \Pi^*} [(\tau\alpha_i - \tau\alpha_{i-1})]_j \quad (i = 1, 2, \dots, 6)$$

при выполнении условий

$$\sum_{i=1}^6 (\Delta T_i^*)_j \leq \Delta T_{\text{ПД}}^{\text{ТР}}(N_{\text{КА}})_j; \quad (4)$$

$$D_d \geq D_d^{\text{ТР}}; \quad R_d \geq R_d^{\text{ТР}}; \quad P_{\text{ИБ}} \geq P_{\text{ИБ}}^{\text{ТР}}; \quad P_v \geq P_v^{\text{ТР}},$$

где $\Delta T_{\text{ПД}}^{\text{ТР}}(N_{\text{КА}})_j$ — требуемое время ПД для КА в j -м режиме функционирования АСУП КА; $D_d^{\text{ТР}}$ — требуемое значение показателя достоверности подготовленных данных полета КА; $R_d^{\text{ТР}}$ — требуемое значение показателя реализуемости подготовленных данных; $P_{\text{ИБ}}^{\text{ТР}}$ — требуемое значение показателя ИБ АСУП КА; $P_v^{\text{ТР}}$ — требуемое значение показателя восстанавливаемости информации АСУП КА.

Если хотя бы одно из условий (4) не будет выполнено, то АСУП КА не обладает свойством слабой ИУ.

Следует отметить, что ИБ АСУП КА отражает качество комплекса средств защиты системы при воздействии угроз нарушения безопасности обрабатываемой информации в виде физических (технических) или информационных атак. Помимо последних информационная устойчивость учитывает угрозы, которые уместнее назвать факторами риска нарушения ИУ АСУП КА.

Факторы риска включают в себя, кроме угроз нарушения ИБ, факторы, способствующие нарушению качества процесса проектирования системы в целом и ее элементов, которые могут привести к ухудшению качества функционирования АСУП КА.

Выводы

1. Определены основные аспекты проблемы обеспечения информационной устойчивости АСУП КА. Показано, что для информационных систем критических приложений с точки зрения качества обрабатываемой информации не существует понятия «малое отклонение», так как даже одна синтаксическая ошибка в данных может привести к нарушению функционирования такой системы. Вследствие этого для систем критических приложений, к классу которых относится АСУП КА, не существует понятия «устойчивость» в его общем представлении. Предложено применять понятие «малое отклонение»

не к качеству обрабатываемой информации, а ко времени ее обработки (показателю оперативности системы) при условии, что достоверность, реализуемость и безопасность подготовленных данных полета КА обеспечена специальными средствами контроля.

2. Дано определение сильной и слабой информационной устойчивости АСУП КА, на основании которых сформулирована проблема обеспечения информационной устойчивости — спроектировать такую структуру АСУП, ее средства реализации и защиты, которые обеспечивали бы минимальное время каждого этапа процесса ПД в любом режиме функционирования АСУП КА.

Литература

- [1] Бусленко Н.П., Калашников В.В., Коваленко И.Н. *Лекции по теории сложных систем*. Москва, Сов. радио, 1973. 440 с.
- [2] Клещев Н.Т., ред. *Телекоммуникации. Мир и Россия. Состояние и тенденции развития*. Москва, Радио и связь, 1999. 480 с.
- [3] Арнольд В.И. *Теория катастроф*. Москва, Наука, 1990. 128 с.
- [4] Месарович М., Такахара Я. *Общая теория систем: математические основы*. Москва, Мир, 1978. 311 с.
- [5] Климов С.М., Котьяшев Н.Н. Метод регулирования рисков комплексов средств автоматизации в условиях компьютерных атак. *Надежность*, 2013, № 2, с. 93–100.
- [6] Ключарев П.Г. Об устойчивости обобщенных клеточных автоматов к некоторым типам коллизий. *Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана*, 2014, № 9, с. 194–202. URL: <http://technomag.neicon.ru/doc/727086.html> (дата обращения 10 апреля 2016).
- [7] Степанов А.В. Развитие прямого метода Ляпунова для анализа динамической устойчивости системы синхронных генераторов на основе определения неустойчивых положений равновесия на многомерной сфере. *Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана*, 2014, № 5, с. 264–277. URL: <http://technomag.neicon.ru/doc/712062.html> (дата обращения 10 апреля 2016).
- [8] Мартон К. Информация и информационная устойчивость эргодических источников. *Проблемы передачи информации*, 1972, т. 8, вып. 3, с. 3–8.
- [9] Василенко В.В., Казаков Г.В., Котьяшев Н.Н. Оценка функциональной устойчивости группировки межконтинентальных баллистических ракет и обеспечение выполнения поставленных перед ней задач. *Космонавтика и ракетостроение*, 2011, № 1, с. 139–147.
- [10] Белый А.Ф., Климов С.М., Котьяшев Н.Н. Модель формирования игровой обстановки для оценки функциональной устойчивости средств автоматизации. *Информационное противодействие угрозам терроризма*, 2011, № 16, с. 105–108.
- [11] Василенко В.В., Глухов А.П., Котьяшев Н.Н. Управление рисками применения проектируемых систем в условиях воздействий. *Стратегическая стабильность*, 2008, № 1, с. 39–45.

References

- [1] Buslenko N.P., Kalashnikov V.V., Kovalenko I.N. *Lectures on the theory of complex systems*. Moscow, Sovetskoe radio publ., 1973. 440 p.
- [2] *Telekommunikatsii. Mir i Rossiia. Sostoianie i tendentsii razvitiia* [Telecommunications. The world and Russia. Status and trends]. Ed. Kleshchev N.T. Moscow, Radio i sviaz' publ., 1999. 480 p.
- [3] Arnol'd V.I. *Teoriia katastrof* [Catastrophe Theory]. Moscow, Nauka publ., 1990. 128 p.
- [4] Mesarovich M., Takakhara Ia. *Obshchaia teoriia sistem: matematicheskie osnovy* [General Systems Theory: mathematical foundations]. Moscow, Mir publ., 1978. 311 p.
- [5] Klimov S.M., Kotiashev N.N. Metod regulirovaniia riskov kompleksov sredstv avtomatizatsii v usloviakh komp'iuternykh atak [Method of risk management for automated

- systems under conditions of cyber-attacks]. *Nadezhnost'* [Dependability]. 2013, no. 2, pp. 93–100.
- [6] Kliucharev P.G. Ob ustoychivosti obobshchennykh kletochnykh avtomatov k nekotorym tipam kollizii [On Collision Resistance of Generalized Cellular Automata]. *Nauka i obrazovanie. MGTU im. N.E. Baumana* [Science and Education. Bauman MSTU]. 2014, no. 9, pp. 194–202. Available at: <http://technomag.neicon.ru/doc/727086.html> (accessed 10 April 2016).
- [7] Stepanov A.V. Razvitiye priamogo metoda Liapunova dlia analiza dinamicheskoi ustoychivosti sistemy sinkhronnykh generatorov na osnove opredeleniia neustoychivykh polozhenii ravnovesiia na mnogomernoi sfere [A Development of the Direct Lyapunov Method for the Analysis of Transient Stability of a System of Synchronous Generators Based on the Determination of Non-Stable Equilibria on a Multidimensional Sphere]. *Nauka i obrazovanie. MGTU im. N.E. Baumana* [Science and Education. Bauman MSTU]. 2014, no. 5, pp. 264–277. Available at: <http://technomag.neicon.ru/doc/712062.html> (accessed 10 April 2016).
- [8] Marton K. Informatsiia i informatsionnaia ustoychivost' ergodicheskikh istochnikov [Information and Information Stability ergodic sources]. *Problemy peredachi informatsii* [Information Transmission Problems]. 1972, vol. 8, is. 3, pp. 3–8.
- [9] Vasilenko V.V., Kazakov G.V., Kotiashev N.N. Otsenka funktsional'noi ustoychivosti gruppirovki mezhkontinental'nykh ballisticheskikh raket i obespechenie vypolneniia postavlennykh pered nei zadach [Assessment of functional stability group of intercontinental ballistic missiles and the enforcement of its tasks]. *Kosmonavtika i raketostroenie* [Cosmonautics and Rocket Engineering]. 2011, no. 1, pp. 139–147.
- [10] Belyi A.F., Klimov S.M., Kotiashev N.N. Model' formirovaniia igrovoi obstanovki dlia otsenki funktsional'noi ustoychivosti sredstv avtomatizatsii [The model of formation of a gaming environment for the evaluation of the functional stability of the automation equipment]. *Informatsionnoe protivodeistvie ugrozam terrorizma* [Information counter the threats of terrorism]. 2011, no. 16, pp. 105–108.
- [11] Vasilenko V.V., Glukhov A.P., Kotiashev N.N. Upravlenie riskami primeneniia proektiruemyykh sistem v usloviakh vozdeistvii [Risk Management application designed systems under influences]. *Strategicheskaiia stabil'nost'* [Strategic stability]. 2008, no. 1, pp. 39–45.

Статья поступила в редакцию 25.05.2016

Информация об авторах

АНДРЕЕВ Анатолий Георгиевич (Королев) — кандидат технических наук, старший научный сотрудник. ФГБУ «4 ЦНИИ» Минобороны России (141091, Королев, Московская обл., Российская Федерация, Юбилейный мкр., М.К. Тихонравова ул., д. 29, e-mail: kgv.64@mail.ru).

КАЗАКОВ Геннадий Викторович (Королев) — кандидат технических наук, доцент, начальник управления. ФГБУ «4 ЦНИИ» Минобороны России (141091, Королев, Московская обл., Российская Федерация, Юбилейный мкр., М.К. Тихонравова ул., д. 29, e-mail: kgv.64@mail.ru).

КОРЯНОВ Всеволод Владимирович (Москва) — кандидат технических наук, доцент кафедры «Динамика и управление полетом ракет и космических аппаратов». МГТУ им. Н.Э. Баумана (105005, Москва, Российская Федерация, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, e-mail: vkoryanov@mail.ru).

Information about the authors

ANDREEV Anatoliy Georgievich (Korolev) — Candidate of Science (Eng.), Senior Research Associate. Federal State Budgetary Educational Institution 4th Central Scientific Research Institute 4 TsNII, Ministry of Defense of the Russian Federation (141091, Korolev, Moscow region, Russian Federation, Yubyleyny residential district, M.K. Tikhonravov St., Bldg. 29, e-mail: kgv.64@mail.ru).

KAZAKOV Gennadiy Viktorovich (Korolev) — Candidate of Science (Eng.), Associate Professor, Head of Department. Federal State Budgetary Educational Institution 4th Central Scientific Research Institute 4 TsNII, Ministry of Defense of the Russian Federation (141091, Korolev, Moscow region, Russian Federation, Yubyleyny residential district, M.K. Tikhonravov St., Bldg. 29, e-mail: kgv.64@mail.ru).

KORYANOV Vsevolod Vladimirovich (Moscow) — Candidate of Science (Eng.), Associate Professor, Department of Dynamics and Flight Control of Rockets and Spacecraft. Bauman Moscow State Technical University (105005, Moscow, Russian Federation, 2nd Baumanskaya St., Bldg. 5, Block 1, e-mail: vkoryanov@mail.ru).