

**ИМИТАЦИОННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РИСКОВ В ПРОЦЕССАХ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ОРУЖИЯ****А.С. Афанасьев, Ю.Л. Вященко, К.М. Иванов В.В. Игнатенко (Санкт-Петербург)**

Неизбежность инноваций в промышленности и производстве востребовала «переформатирование» традиционных теорий и практик создания, проектирования, конструкторско-технологической подготовки производства, испытаний, изготовления, эксплуатации современной техники в том числе комплексов вооружения. В данной парадигме совершенствуются идеология, методология и инструментарий управления процессами жизненного цикла системы оружия (СО).

Разрабатываемая авторами информационно-системная методология [1,2,3] исходит из синергетического восприятия изделия (СО) в различных его проявлениях. Изделие существует в рамках жизненного цикла, как последовательности взаимосвязанных этапов и процессов. Изделие представляется набором системных показателей  $СП_{ij}$  ( $i$  - индекс показателя,  $j$  – индекс этапа разработки,  $i = \overline{1, n}$ ,  $j = \overline{1, s}$ ,  $n$  – количество показателей,  $s$  – число этапов разработки), характеризующих требования заказчика по ключевым свойствам изделия: качеству, надежности, безопасности, рискам с необходимостью точности, достоверности и гарантии их подтверждения на этапах жизненного цикла:  $СП_{ij} \in [СП_{ij}] \gamma_{ij}$ , где  $[СП_{ij}]$  – доверительный интервал,  $\gamma_{ij}$  - доверительная вероятность. Введенные авторами методологические положения позволяют представить многоэтапный процесс разработки СО в виде иерархической динамической информационной системы, подсистемы и элементы которой есть операторы иерархической структуры  $(L_j, L_j^i)$ , преобразующие входные информационные потоки  $(I_{ex(j-1)})$  и внешние информационные воздействия  $(I_{exj})$  в результаты МПР<sub>j</sub> (j-е модели проектных решений), в выходную информацию  $(I_{выхj})$ , и преобразователи  $(\eta_j, \eta_j^i)$ , осуществляющие коррекцию достоверности данных, вырабатываемых операторами  $L_j, L_j^i$  в соответствии с их местом и назначением в системе. Информационно-системная модель многоэтапного процесса разработки СО изображена на рис. 1.

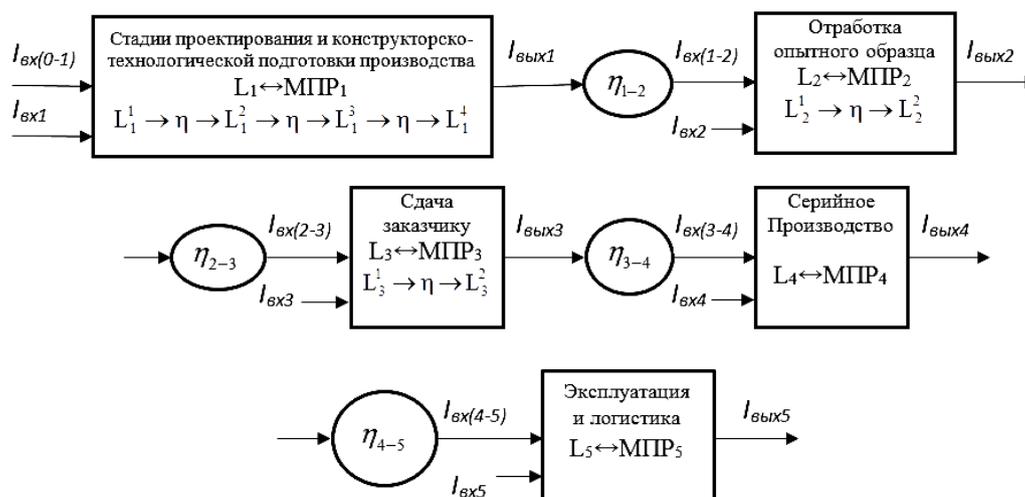


Рис. 1. Информационно-системная модель процессов жизненного цикла образца систем оружия

Качественная картина динамики исследуемых параметров рассматриваемой информационной системы изображена на рис. 2.

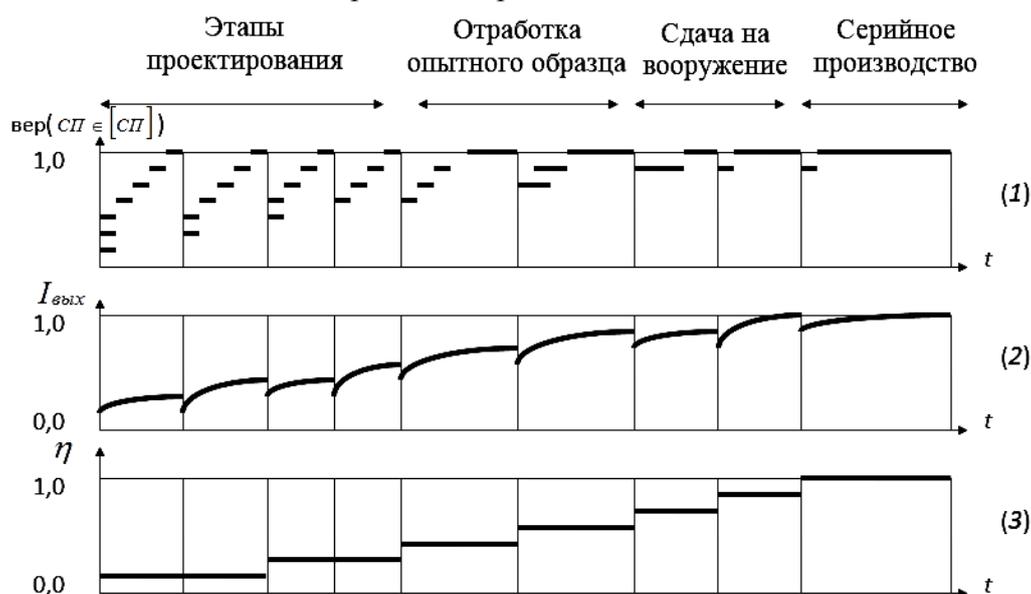


Рис. 2. Динамика информационных параметров системы создания систем оружия заданной надежности

На рис.2 показано график (1) характеризует поэтапное изменение значений целевых параметров - СП, выполнение требований по которым на каждом этапе разработки является целью функционирования системы и одновременно условием перехода к последующему этапу; график (2) отражает характер поэтапного накопления информации разработки изделия до достижения результата, отвечающего

конечному состоянию разработки; график (3) - шкала адекватности ( $\eta$ ) достигаемого поэтапного результата разработки конечному облику изделия.

Подобная схематизация позволяет формировать «управляющие воздействия», направленные на достижение целей разработки образца, на рациональную организацию информационного процесса создания изделия заданных рисков (надёжности) с контролем уровня достигнутых значений СП, с анализом точности и достоверности их определения.

Решение перечисленных задач позволяет оптимизировать процесс разработки СО заданных рисков (надёжности) за счёт обоснования возможности и целесообразности перераспределения средств, расходуемых на создание образца по этапам его разработки и последующей эксплуатации.

Достижение поставленных целей предполагает углубление и детализацию предложенной схематизации информационного процесса создания СО заданных рисков (надёжности). Подробного рассмотрения требуют методология и алгоритмика, реализуемые операторами системы в отношении средств анализа, оценки и обеспечения системных показателей изделия в процессе его поэтапной разработки. При этом очевидно, что для создания эффективной системы минимизации рисков, необходимо согласовать информационные средства (методы, модели, алгоритмы, данные) с назначением этапного анализа СП, привлекать информационные средства, адекватные этапу разработки.

В терминах информационно-системного подхода последовательность действий в процессе разработки изделия, связанная с преобразованием входной синтаксической информации ( $I_{ex}$ ) в конструкторско-технологические решения (МПП<sub>j</sub>), отвечающие требуемым значениям СП ( $СП \in [СП], \gamma$ ), интерпретируется операторами  $L_j$  информационно-системной модели процесса разработки СО заданных рисков, содержание которых очевидным образом отражает соответствие средств, используемых для анализа, оценки и управления рисками, этапам разработки изделия (рис.3).

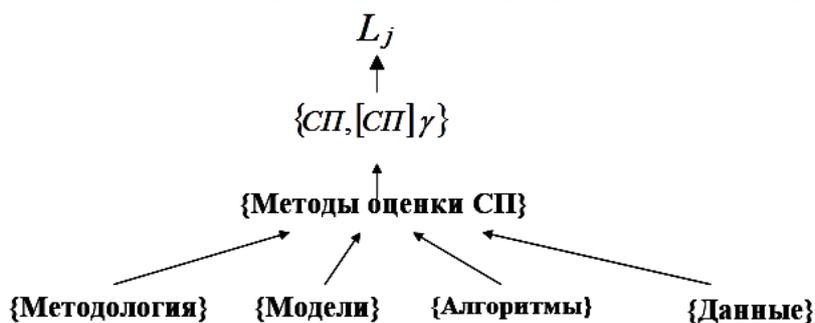


Рис.3. Схема формирования операторов  $L_j$

С информационно-системных позиций цепь (этап разработки - СП - метод - алгоритм - данные) является системой согласованных друг с другом: номенклатуры СП, формы их задания (точечные показатели, интервальные показатели), характера задания количественных требований к СП, алгоритма метода, используемого для оценивания действительных значений СП, состава и характера «переносной» с

предшествующих этапов разработки информации об оцениваемых СП. Согласование перечисленных элементов с соответствующим этапом разработки изделия, в свою очередь, вызывает необходимость моделирования возможных состояний изделия (работоспособное, неработоспособное) и событий (отказ, неисправность) адекватно целевой установке этапа и форме представления изделия (описание конструкции – конструкторско-технологическая документация, макет, натурная конструкция). Эта необходимость обусловлена тем, что именно модели работоспособного состояния и отказа изделия определяют характер задания требований по управлению рисками разрабатываемого изделия, алгоритм и используемую для расчёта информацию. Поэтому целесообразно ввести в обращение понятие имитационной информационной динамической модели рисков (надёжности) (ИИДМР) разрабатываемого изделия, объединяющей все перечисленные компоненты в единую систему.

Введённая таким образом ИИДМР выражает эволюцию информационного содержания анализа и оценки рисков (надёжности) как адекватного отображения знания об объекте разработки по проектным стадиям. Все компоненты ИИДМР и сама модель являются функциями  $j$ -го этапа разработки изделия ( $j = \overline{1, s}$ ). Соответствующая  $j$ -му этапу разработки ИИДМР, представляет собой:

$$\text{ИИДМР}_j = \{SP_{ij} (i = \overline{1, n}); [SP_{ij}] \gamma; R_j; Q_j; f_{\mu_j}; I_{ex_j}^\gamma; I_{ex_j}^{(j-1)}; j = \overline{1, s}\} \quad (1)$$

Здесь  $SP_{ij} (i = \overline{1, n})$  - вектор СП, подлежащих расчёту на  $j$ -м этапе разработки изделия;  $[SP_{ij}] \gamma$  - требования к значениям СП в виде интервалов допустимых значений с соответствующей доверительной вероятностью  $\gamma$ ;  $R_j$  - модель работоспособности изделия, адаптированная  $j$ -му этапу разработки;  $Q_j$  - модель отказа изделия, адаптированная  $j$ -му этапу разработки;  $f_{\mu_j}$  - алгоритм метода  $\{\mu\}$  оценки  $SP_{ij}$ , используемый на  $j$ -м этапе разработки изделия;  $I_{ex_j}^\gamma$  - входная синтаксическая информация, используемая для оценки СП изделия на  $j$ -м этапе разработки с требуемой точностью и достоверностью  $\gamma$ ;  $I_{ex_j}^{(j-1)}$  - входная информация взвешенная по полезности, перенесённая с предшествующего проектного этапа ( $j-1$ ) на рассматриваемый  $j$ -й этап.

Введённая ИИДМР по своему назначению является центральным звеном информационно-системной модели процесса разработки СО заданных рисков (надёжности). На ИИДМР приходится основная нагрузка как в координировании анализа относительно целевой функции поэтапной разработки образца, в преобразовании входной информации в адекватные проектному этапу оценки СП разрабатываемого СО, так и в определении требований к инструментальной реализации информационно-системной модели в виде автоматизированной системы анализа, оценки и управления рисками (надёжностью) СО.

**Литература**

4. Афанасьев А.С., Вященко Ю.Л., Иванов К.М. Модернизация процессов создания комплексов вооружения с целью обеспечения гарантированных характеристик надежности, безопасности, рисков. «Оборонная техника» № 10, 2014.
5. Афанасьев А.С., Вященко Ю.Л., Иванов К.М. Информационные меры и шкалы в задачах оптимизации процессов жизненного цикла систем оружия. «Оборонная техника» № 12, 2014.
6. Афанасьев А.С., Вященко Ю.Л., Иванов К.М. Инновационная информационно-системная формализация процессов жизненного цикла системы оружия в условиях контракта жизненного цикла. «Инновации» № 9, 2015.с