

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОДСИСТЕМ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
СИЛАМИ ВМФ****А. В. Алексеев (Санкт-Петербург)****Введение**

Анализ существующих подходов к построению системы управления силами ВМФ показывает, с одной стороны, стремление сохранить накопленный опыт решения задач эффективного управления при ведении вооружённой борьбы на море с использованием достаточно отработанных оперативно-тактических вариантов боевого применения разнородных сил, а с другой стороны, желание учесть кардинальные изменения в составе флотов.

В этих условиях попытка комплексного моделирования процессов управления разнородными силами ВМФ порождает сравнительно новую проблему адекватной оценки специфических информационных свойств и показателей качества информационных подсистем (ИП) основных контуров управления силами (КУС) ВМФ типа контура управления противолодочными силами, контура управления силами радиоэлектронной и в целом информационной борьбы, контура управления противоминной борьбы и других.

С учётом того, что сегодня различные методологические аспекты моделирования сложных организационно-технических систем [1–5] получают всё большее развитие, в том числе в рамках общеакадемического научного семинара ВМА им. Н. Г. Кузнецова, оценка обоснованности используемого методологического аппарата при анализе информационного качества и эффективности сложных информационно-управляющих систем, путей и программно-аппаратных средств реализации этого аппарата при решении основных задач обоснования проектных решений является актуальной научной задачей.

Постановка задачи анализа

В целом ряде случаев при моделировании функционирования и эффективности информационно-управляющих систем различных уровней отсутствие учёта качества циркулирующей в ИП КУС информации, в том числе, например, учёта реальной возможности "ложных тревог" и "ложных сообщений" в системах обнаружения и распознавания морских целей, динамики фактического изменения погрешностей оценки координат и параметров движения обнаруживаемых целей в процессе их сопровождения и выдачи целеуказания оружию, приводит к обострению следующих основных проблем моделирования [5–10]:

- сложности однозначного разделения (классификации) информационных процессов и их моделирования на строго детерминированные, случайные (стохастические и неопределённые) и недостаточно изученные (неформализованные вследствие недостаточной осведомлённости);
- ограниченные (особенно сегодня) возможности экспериментального подтверждения или обоснования стохастичности моделируемых факторов;
- наличие широкого спектра характерных для систем управления случайностей по неопределённому фактору, для которых, в силу непредсказуемости поведения управленческих процессов, результаты прогнозирования не могут быть закономерно связаны с реальной действительностью (известный принцип эффективного управления для непредсказуемых противников);

- неопределённость в этих условиях принципов и критериев адекватности вариантов построения моделей и эффективности их использования;
- усложнение задач моделирования за счёт увеличения размерности значимых факторов до нескольких десятков, что принципиально ограничивает точностные возможности даже сложных моделей систем управления, т. е. снижает прогностические возможности этих методов и моделей, пригодности и полезности используемых подходов, в первую очередь, вероятностного подхода, способов обеспечения и обоснования адекватности вероятностных моделей [1, 2, 4–7].

Отсутствие в целом ряде случаев при решении практических задач обоснованных ответов на возникающие проблемные вопросы и обширность названного предмета применительно к информационно-управляющим системам ВМФ побуждает исследователей к поиску качественно новых подходов к моделированию процессов автоматизированного управления силами [7, 10].

В качестве такой альтернативы, как показывают результаты ряда исследований, выполненных в последнее время, предложен так называемый информационный подход и исследовательская концепция обоснования развития информационных подсистем системы управления силами ВМФ [6–7, 10–11].

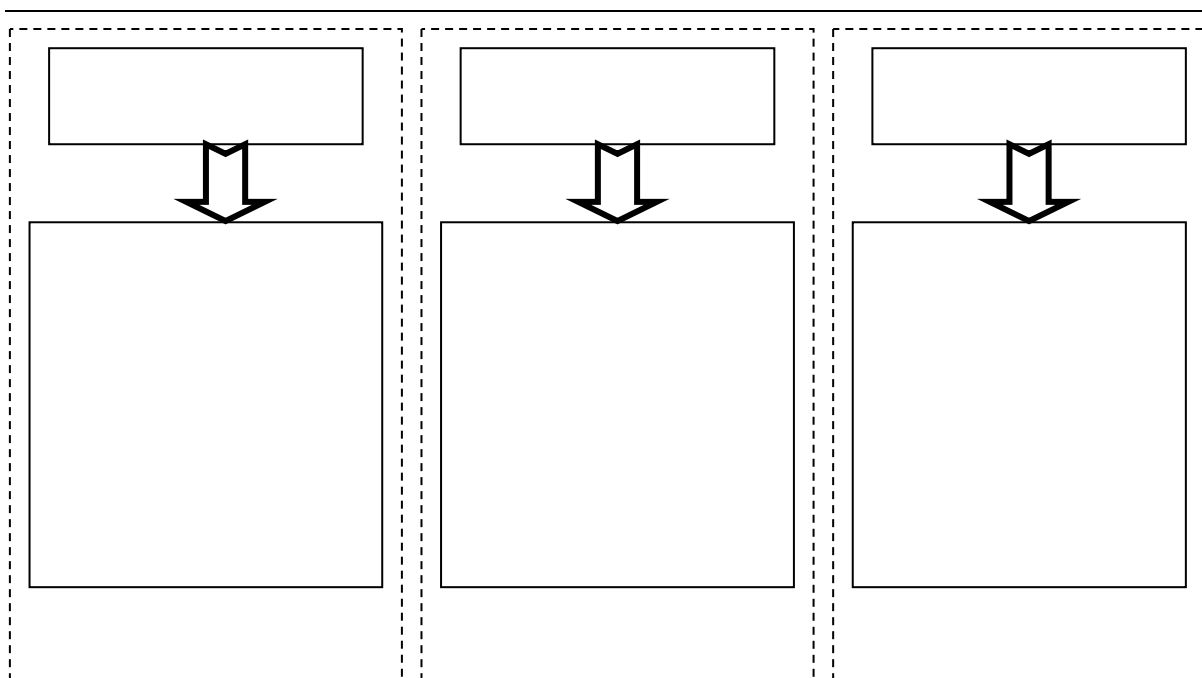
Способ и пример решения задачи

Прагматическая цель моделирования информационно-управляющих процессов и эффективности систем управления может быть для широкого круга практических задач сформулирована следующим образом:

- оптимизировать в процессе исследовательского проектирования параметры сложных информационно-управляющих систем;
- определять оптимальные параметры эффективного управления силами и средствами;
- выявлять тенденции развития систем и моделировать процессы управления силами в типовых и "нештатных" ситуациях;
- учитывать ряд важных специфических свойств ИП КУС ВМФ в современных условиях "жёстких" ресурсных ограничений развития флотов, изыскивать пути реализации соответствующих резервов роста качества как информационно-технических средств ИП типа позиционных систем подводного наблюдения, так и эффективности КУС ВМФ.

При решении названных практических задач методологически проблема адекватной оценки информационного качества сложных военно-технических объектов в обобщённом виде является не только редко обозначаемой, но и весьма трудноразрешимой. Один из традиционно сложных методологических аспектов при этом связан с целым комплексом вопросов оценивания качества информации в различных контурах управления силами, включая критерии ценности, избыточности и другие.

Схематически эволюция научных концепций оценки информационных свойств систем управления приведена на рис. 1.



Анализ развития различных концепций оценивания информационных свойств систем управления ВМФ наглядно показывает явное приближение теоретико-информационных представлений к прикладным областям и задачам, решаемым конкретными и, в первую очередь, сложными информационными и информационно-техническими системами. При этом одним из актуальных направлений развития информационных подсистем продолжает оставаться решение проблемы обоснованного задания и минимизации функциональной (боевой), информационной и технической избыточности. Именно этот показатель в ряде случаев в целом определяет оптимальный выбор тактико-технических характеристик (ТТХ) и параметров современных сложных информационно-управляющих комплексов.

Важным методологическим результатом развития положений теории ценности информации применительно к задачам моделирования информационно-управляющих систем является реализация концепции «информационной прозрачности» (интерпретируемости) кибернетических свойств и возможностей систем управления в зависимости от имеющейся информации, а также решения задачи оптимизации сложных информационных подсистем по их ресурсным возможностям.

Именно последнее и связано с критериями информационной и технической избыточности. В общем случае понятие "избыточность" $\Delta = \delta - 1$ определяется наличием в системе возможностей $\delta \geq 1$ (по соответствующему критерию, например, для "информационной избыточности" $\delta_{\text{и}} = I / I_{\text{MIN}}$, где I – используемое и минимально необходимое I_{MIN} количество информации в системе управления), превышающих минимально необходимые для достижения заданной цели, обеспечения её нормального функционирования, т.е. в соответствии с заданными показателями достижения цели, значениями ТТХ [11]. Как известно, избыточность вводится преимущественно для повышения надёжности функционирования информационно-управляющих систем с учётом вероятности изменения условий функционирования СУС, применения соответствующих средств, отличающихся от среднестатистических данных и, как правило, используемых для задания требуемого уровня функциональной эффективности, соответствующих значений ТТХ системы управления силами.

Вместе с тем введение избыточности (информационной, функциональной, алгоритмической, аппаратной, технической, временной, энергетической и т. п.) сопровождается увеличением канальности системы сбора и преобразования информации, а стало быть, "ужесточением" требований к информационно-управляющей системе, что ограничивает её реальные возможности. Поэтому возникает методологически весьма сложная проблема обоснованного выбора и оптимизации информационно-технической (функциональной) избыточности.

В значительной части сложность этой проблемы связана со сложностью (а в ряде практических задач – отсутствием в настоящее время адекватных моделей) многокритериального оценивания эффективности сложных информационно-управляющих систем [6–7, 10–11].

Тем самым, в сочетании с используемыми сегодня показателями количества информации, количественный анализ ценности Z_B , избыточности информации $\delta_{и}$ позволяет в комплексе для всей информационной подсистемы системы управления силами ВМФ [6, 7]:

- ♦ анализировать информационную результативность добывания, передачи, распределения, преобразования, хранения или непосредственного использования информации;
- ♦ сравнивать альтернативные варианты и выполнять "информационную" аттестацию и сертификацию построения и боевого применения информационно-управляющих систем и их элементов;
- ♦ оптимизировать структуру и параметры информационно-управляющих систем по информационным критериям типа "оперативность ИП КУС", "достоверность информации", "устойчивость", "скрытность", "непрерывность" ИП КУС и др.), а также в целом по показателям информационного качества и эффективности систем: "ценность" и "удельная ценность" добываемой и используемой информации в сопоставлении с другими показателями эффективности систем (функциональной, технико-экономической и т.п.), в том числе по обобщённому критерию "информационно-техническая избыточность";
- ♦ использовать получаемые оценки информационного качества и эффективности построения и применения информационно-технических систем для ранжирования информационных потоков при решении задач сетевого мониторинга, телекоммуникационного и системного управления и адаптации и др.

Наиболее полно отмеченное может быть использовано и проиллюстрировано при конкретном рассмотрении задач исследовательского проектирования перспективных вариантов построения и боевого применения ИП СУС.

В качестве конкретного примера моделирования функционирования и оценки эффективности информационно-технических систем применительно к решению характерных задач информационного обеспечения противолодочных действий в ближних морских зонах флотов [10] рассмотрим специальный программно-алгоритмический моделирующий комплекс (СПАК) "Метрон-3.2" (рис. 2).

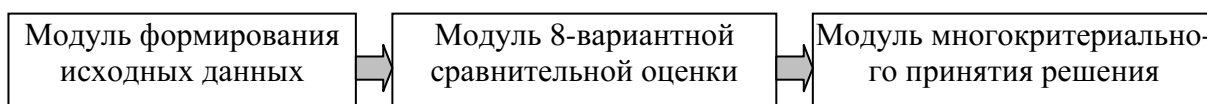


Рис. 2. Структура СПАК "Метрон-3.2"

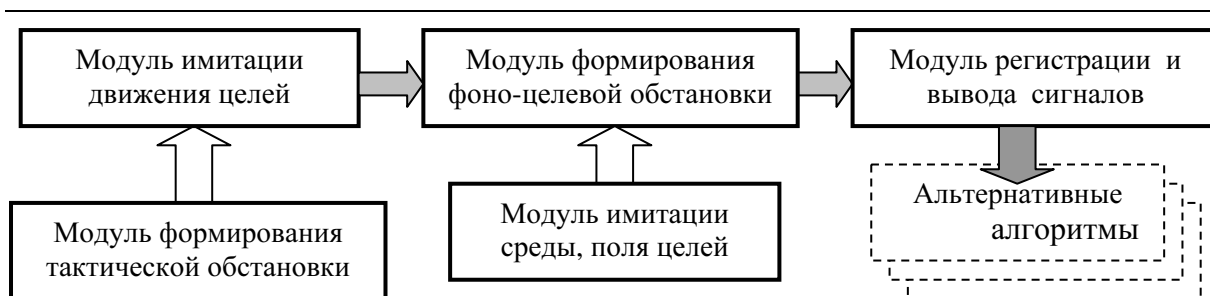


Рис. 3. Структура СПАК "DIWW-2.3"

В сочетании со СПАК динамической имитации входных воздействий "DIWW-2.3" (рис. 3), отдельные аспекты разработки и использования которого ранее были представлены в [6–8], система обеспечивает:

- ◆ моделирование процессов функционирования элементов и в целом систем обеспечения подводной и надводной обстановки в составе информационной подсистемы системы управления силами в сложных оперативно-тактических (соответствующей фоно-целевой обстановки, включая моделирование радиоэлектронного и информационного противодействия) и информационно-технических условиях (с модельной оценкой ТТХ используемых при моделировании средств, в том числе при различных курсовых углах обнаруживаемых и сопровождаемых целей) боевого применения средств обеспечения противолодочных действий в ближней морской зоне флота;

- ◆ обоснованный выбор параметров условий и боевого применения элементов и в целом ИП КУС противолодочной борьбы на основе выполняемых многовариантных и многокритериальных оценок для системы оперативно-тактических сценариев ведения противолодочных действий и операций;

- ◆ полимодельную многокритериальную и многовариантную оценку эффективности ИП КУС противолодочной борьбы и на её основе – аттестацию и сертификацию вариантов построения и боевого применения средств информационного обеспечения и информационно-управляющей подсистемы системы управления противолодочными силами.

Анализ большого объёма полученных экспериментальных данных и результатов моделирования позволяет утверждать о высокой результативности и информативности моделирования приведённого моделирующего комплекса, возможности обоснованного выбора на его основе субоптимальных параметров разнородных вариантов построения информационно-управляющих средств флотов, выявления в ходе многовариантного моделирования ряда специфических требований к информационно-управляющим средствам ВМФ, а также к средствам моделирования информационно-управляющих процессов и оценки эффективности средств, включая обоснование следующих рекомендаций:

- необходимости мониторинга эффективности функционирования ИП СУС ВМФ в процессе выработки предложений для принятия управленческих решений и прогнозирования развития оперативно-тактической обстановки;

- целесообразности динамического контроля информационной эффективности источников информации, в первую очередь, по критериям достоверности выдаваемой информации (учёта потока ложных сообщений, индекса их фильтрации при групповой и комплексной обработке на пунктах и в центрах анализа и боевого управления), а также по критерию оперативности ИП;

- активизации исследований и повышения требований при проведении исследовательского проектирования с учётом реальных факторов ограничения ресурсных

возможностей ВМФ к структуре и параметрам предлагаемых к разработке информационно-управляющих комплексов и систем по показателям функциональной, структурной и информационно-технической избыточности.

Литература

1. **Захаров И. Г.** Проблема адекватности моделирования при исследовательском проектировании кораблей (методологические аспекты)//Системный анализ... Тем. (юбилейный) сб. – СПб.: Моринтех, 1998. –С. 16–33.
2. **Поленин В. И.** Методологические аспекты применения вероятностных методов при анализе и проектировании систем военного назначения//Системный анализ – СПб.: ВМА, 2000. –С. 65–89.
3. **Никольский В. И.** Развитие системного подхода в вопросах истории технических систем//Системный анализ – СПб.: ВМА, 2000. –С.14–47.
4. **Коган И. М.** Прикладная теория информации. – М.: Радио и связь, 1981.
5. **Соколов Б. В., Ростовцев Ю. Г.** Проблемы создания и развития информационных систем: прошлое и возможное будущее//Приборостроение. 1998. № 1–2. –С. 6–16.
6. **Алексеев А. В.** Теоретические аспекты информационного анализа и синтеза позиционных средств наблюдения//Тез. докл. 5-й Санкт-Петерб. междунар. конференции "Региональная информатика-96". – СПб.: СПИИРАН, 1996. Ч. 1. –С.39.
7. **Алексеев А. В.** Информационная устойчивость морских радиоэлектронных систем в условиях широкомасштабной информационной войны//Наука и техника: Вопросы истории и теории. Тез. 18-й конф. СпбО Национал. комитета по истории и философии науки и техники. Вып. XIII. СПб.: СпбФИИЕТ РАН, 1997. –С. 13– 14.
8. **Мелик-Гайказян И. В.** Информационные процессы и реальность. – М.: Наука, 1997. – 192 с.
9. **Полонников Р. И.** Феномен информации и информационного взаимодействия. – СПб.: СПИИРАН, 2001. – 189 с.
10. **Алексеев А. В.** Проблема качества информационной подсистемы управления противолодочными силами в ближней морской зоне. – СПб.: ВМА, 2001.
11. Гидроакустическая энциклопедия /Под общ. ред. В.И. Тимошенко. Ред. кол. Л. М. Бреховских, Н.А. Дубровский и др. – Таганрог: ТРТУ, 1999. – 788 с.