

Рожнов А.В.

## Обоснование применимости гибридных моделей анализа среды функционирования в описательных примерах оценивания эффективности сложных систем

**Аннотация:** Рассматриваются особенности применения новых гибридных моделей технологии анализа среды функционирования в контексте развития информационно-аналитического обеспечения для междисциплинарных приложений современной теории исследования операций. Предлагаются к обсуждению разноплановые описательные примеры развития сложных систем с учётом ограничений.

**Ключевые слова:** гибридные модели, информационно-аналитическое моделирование, исследование операций, многошаговое принятие решений, сложные системы, элементы технологии анализа среды функционирования, эффективность

Развитие теории и практики многошаговых управленческих решений, переосмысление актуальных вопросов проблематики безопасности и организации эффективных процессов управления безопасностью в современных сложных условиях с учётом разноплановых ограничений, оперативная разработка передовых компонентов информационно-аналитического моделирования достаточно продуктивно, в сочетании с иными востребованными возможностями методов и приёмов исследования операций, обеспечиваются посредством обоснования применимости новых элементов технологии *анализа среды функционирования* (АСФ) [1].

В числе основных [1-11] из наиболее интересных направлений совершенствования в проблематике эффективного многошагового принятия важных решений предлагается рассмотреть совокупность вопросов *информационно-аналитического обеспечения* в контексте детальной проработки положений теории исследования операций с прикладными акцентами иллюстративного описания в примерах *неравномерного развития* сложных систем. Упорядочивание учёта разноплановых ограничений, обнаруживаемых как непосредственно в обыденной практике организационной деятельности, так и для

гипотетических *формирующихся междисциплинарных проблем* в обозримом будущем имеет здесь преобладающее значение. Для таковой высокой динамики в условиях неопределённости следует также обратить внимание на характерные особенности разработки и исследования новых возможностей применения интеграционных компонентов гибридных моделей и алгоритмического обеспечения *автоматизированного анализа* больших массивов гетерогенных данных среды функционирования разнотипных сложных систем [5].

Действительно, как указывалось в предшествовавших работах [6-9], новые гибридные модели АСФ представляют собой одно из наиболее востребованных направлений дальнейшего развития многокритериальной оценки в процессах управления, оценивания в своевременном принятии *многошаговых управленческих решений*, переоценки с учётом обозначения атрибутов и выявляемых причин неэффективности действий, координации планирования ресурсного обеспечения и модификации цепочек поставок, интеллектуальной обработки больших массивов данных и многих других прикладных средств и интеграционных компонентов предметной области [2-5].

*Целевая установка* текущей работы в рамках продолжающихся междисциплинарных исследований заключается в дальнейшей проработке тематического задела Программы Президиума РАН №\_30 «*Теория и технологии многоуровневого децентрализованного группового управления в условиях конфликта и кооперации*» и последовательной адаптации сопутствующих идей обширной проблематики АСФ относительно ранее завершённого проекта «*Анализ и синтез методов координации для децентрализованного управления гетерогенными группировками автономных агентов*».

Описательные примеры *оценивания эффективности* сложных систем по сути сводятся к изучению публичных информационных ресурсов из зарубежных источников с акцентом на ограничения их применимости ввиду регулярного выявления фактического наличия искажений и нередкого наличия в них недостоверных сведений [8].

В частности [10], уделим некоторое внимание тому, как именно реализуются рассматриваемые решения и процессы управления.

Так, министерство обороны США определяет *командование и управление (С2)* как «*осуществление полномочий и руководства надлежащим образом назначенным командиром назначенными*

*силами при выполнении миссии». На концептуальном уровне С2 отражает как в их департаментах могут приниматься оперативные решения. Но, а в общеупотребимом плане возможно рассматривать С2 в условном контексте пяти вопросов: кто, что, когда, где и как. Традиционно под этим понимается ряд искомых соотношений к властям («кто») и технологиям («как»), и в чуть меньшей степени – сочетанию сил («что»), времени («когда»), местоположению («где»).*

*Первая компонента* отражает полномочия, которыми обладает командир для проведения операции. Это направление обсуждения сосредоточено на цепочке командования, выражающей различия между многочисленными службами, отвечающими за организацию, обучение и оснащение вооруженных сил США (например, армия предоставляет батальоны, а военно-воздушные силы формируют эскадрильи), и боевыми командованиями, которые решают, что эти подразделения должны делать, наделяя их полномочиями в приказах. Эта компонента может быть обобщена довольно простым вопросом: «Кто именно командует войсками»? *Вторая компонента* представляет средства и системы, которые обеспечивают принятие этих решений командирами с передачей их на места. В обсуждении преобладают базовые понятия: «командование, управление, связь» (С3), а также *вычислительная техника* (С4) и «разведка, наблюдение и рекогносцировка» (ISR). Общетеchnический аспект командования и управления во многом включает рассмотрение данных (и методов их сбора), которые командиры используют для принятия решений (т.е. ISR – это массивы данных, на основе которых и принимаются решения), наличие соответствующих вычислительных мощностей для преобразования этих данных в информацию («компьютерный элемент») и системы, которые позволяют командирам передавать выработанные решения территориально распределенным силам. Этот технический аспект командования и управления можно более кратко сформулировать следующим образом: «Как вы командуете силами?» *Прочие аспекты* командования и управления включают вопросы: какие системы и подразделения имеются под управлением («что»), во временном аспекте («когда»), в пространстве («где»). Для специалистов исторически обусловлен интерес к каждому из этих компонентов в контексте конкретных принимаемых решений, а не в

неких абстрактных и в общетеоретических вопросах. К примеру, наряду с распределением потенциала сил общего назначения ранее оппоненты сосредотачивали внимание на вопросах, касающихся ядерных сил и полномочий, связанных с некоторыми специальными операциями («какими силами командуют?»). Что касается вопроса «когда», – это же командование и управление, связанные с быстрым реагированием на ядерные и кибероперации, а также в несколько меньшей степени – с операциями «в электромагнитном спектре». Однако очень важный вопрос «когда», как правило, не редко имеет выраженную тактическую направленность (например, когда следует направить самолет на цель или когда будет начато нападение); – эти же решения делегируются оперативным командующим. И, наконец, «географический» компонент («где») создает уникальный «клубок» проблем для командования вооруженными силами США (конгресс и исполнительная власть США традиционно изучают и обсуждают эти вопросы через призму *Стратегии национальной безопасности* (NDS); бурные дебаты сосредоточены на той роли США в мире, местоположении и интересах их соперников, а также на возможном обсуждении решений на применение ими своих вооруженных сил).

*Каковы тенденции модернизации С2?* В будущих конфликтах решения будут приниматься уже не в течение часов, а скорее уже минут или даже секунд – в сравнении с текущим положением дел – из процессов анализа операционной среды к выдаче команд. Так, официальные лица противника ранее заявляли, что существующая архитектура их командования и управления недостаточна для удовлетворения требований [NDS]. Ими предлагается объединить все области командования и управления (*Концепция JADC2*) в целях противодействия способностям потенциальных противников дезорганизовать их вооруженные силы. Данная концепция JADC2 предусматривает, прежде всего, интеграцию «сенсоров» всех служб, – военно-воздушные силы, сухопутные войска, корпус морской пехоты, военно-морской флот и космические силы, – в единую сеть, что исключает (снижает) возможности противника вывести из строя вооруженные силы, выведя из строя какой-либо один ключевой «сенсор». Но всё это явно противоречит их многим традициям, в которых каждая служба имела свою собственную тактическую сеть, несовместимую с сетями других служб (например, армейские сети не взаимодействовали с сетями военно-

морских сил или ВВС и др.). При всём этом, конечно же, поднимается ряд вопросов технической зрелости, доступности и возможностей создания сети, надёжно обеспечивающей «сенсорами» средства поражения и её *сущность* в поддержании командования и управление для осмысливаемой в развитии (дословно) «смертоносной» среде, насыщенной передовыми средствами, к примеру, радиоэлектронной борьбы. Их аналитики часто задаются вопросами, кто же будет обладать *полномочиями* по принятию решений в воздушном, наземном, морском, космическом и киберпространстве, учитывая, что традиционно у них командные полномочия делегируются в каждой области, а не с точки зрения общей кампании. Некоторые также задаются вопросами, насколько необходим человек для того, чтобы в JADC2 принимались решения *в режиме реального времени*, и уместно ли / как именно сокращать участие человека в подобных решениях с военной спецификой?

Таким образом, при обосновании применимости *гибридных моделей анализа развитой среды функционирования* в комплексной разработке мер оценивания эффективности и экспериментальном применении, выявляются нетривиальные исследовательские задачи [8-9] и новые информационно-аналитические вопросы в контексте дальнейшего развития и всестороннего анализа применимости известных ранее методов и моделей теории исследования операций.

*Исследование было выполнено частично за счёт гранта РФФ № 23-11-00197, <https://rscf.ru/project/23-11-00197/>*

#### Литература:

1. *Кривоножко В.Е., Лычев А.В., Рожнов А.В.* Разработка и исследование новых возможностей применения интеграционных компонентов гибридных моделей и особенностей алгоритмического обеспечения автоматизированного анализа среды функционирования сложных систем // Решетневские чтения. – 2024 (в печати).

2. *Кривоножко В.Е., Форсунд Ф.Р., Лычев А.В. и др.* Измерение эффекта масштаба в нерадиальных моделях методологии АСФ // Доклады академии наук. – 2012. – Т. 442. № 5. – С. 605-609.

3. *Svetlana V. Ratner, Svetlana A. Balashova and Andrey V.*

*Lychev*. The Efficiency of National Innovation Systems in Post-Soviet Countries: DEA-Based Approach // *Mathematics*. – 2022. – Vol. 10. Iss. 19. – URL: <https://www.mdpi.com/2227-7390/10/19/3615> (дата обращения 10.10.2024).

4. *Svetlana V. Ratner, Andrey V. Lychev*. Evaluating environmental impacts of photovoltaic technologies using Data Envelopment Analysis // *Advances in Systems Science and Applications*. – 2019. – No. 19 (1). – P. 12-30.

5. *Автамонов П.Н., Охтилев М.Ю., Соколов Б.В., Юсупов Р.М.* Актуальные научно-технические проблемы разработки и внедрения взаимосвязанного комплекса унифицированных интегрированных систем поддержки принятия решений (СППР) в АСУ объектами военно-государственного управления // *Известия ЮФУ. Технические науки*. – 2014. – № 3. – С. 14-27.

6. *Рожнов А.В.* О становлении проблематики самообороны в космосе при отборе ситуационных сценариев в условиях их существенной целевой рассогласованности / *Проблемы управления безопасностью сложных систем: материалы XXVII Международной научной конференции*. – М.: ИПУ РАН, 2019. – С. 228-231.

7. *Рожнов А.В.* Оценивание критичности условий возникновения существенной целевой рассогласованности ситуаций в космическом пространстве, приводящих к гипотетическому провоцированию конфликтов / *Проблемы управления безопасностью сложных систем: материалы XXVII Международной научной конференции*. – М.: ИПУ РАН, 2019. – С. 310-315.

8. *Булыгина О.В., Емельянов А.А., Росс Г.В.* Гибридное кибермоделирование в экономике: теория акторных сетей, симуляция, не-факторы и сверхнечеткая логика // *Прикладная информатика*. – 2018. – Т. 13. № 6 (78). – С. 78-90.

9. *Рожнов А.В.* Мезосистемное представление элементов теории исследования операций в разноплановых примерах развития сложных систем с учётом ограничений. – М., 2024. (в печати).

10. *Andrew S. Bowen*. Defense Primer: What Is Command and Control? / *CRS Report IF 11805*. – URL: <https://www.everycrsreport.com/reports/IF11805.html> (дата обращения 10.10.2024).

11. *Kim S., Jung B., Han D., Lee C.* Technology Prediction for

Acquiring a Must-Have Mobile Device for Military Communication Infrastructure // Applied Sciences. – 2022. – No. 12 (6). – 3207. – URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/6/3207> (дата обращения 10.10.2024).

---

---