

ТЕОРИЯ ПРАКТИКИ ПОЛИМОДЕЛЬНОГО АНАЛИЗА, СИНТЕЗА И ОПТИМИЗАЦИИ РАЗНОРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ МОРСКОЙ ТЕХНИКИ И МОРСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

А.В. Алексеев (Санкт-Петербург)

Актуальность. Стремительный рост технологической сложности объектов морской техники и морской инфраструктуры (ОМТИ), ужесточение требований к безопасности мореплавания, качеству процессов их создания и эксплуатации на всех этапах жизненного цикла обуславливают необходимость поиска перспективных системных решений управления их развитием. Прежде всего, критических ОМТИ, снижение эффективности и вывод из строя которых приводит к их необратимой деградации.

Основные элементы тезауруса предметной области анализа сложных систем приведены на рис. 1.

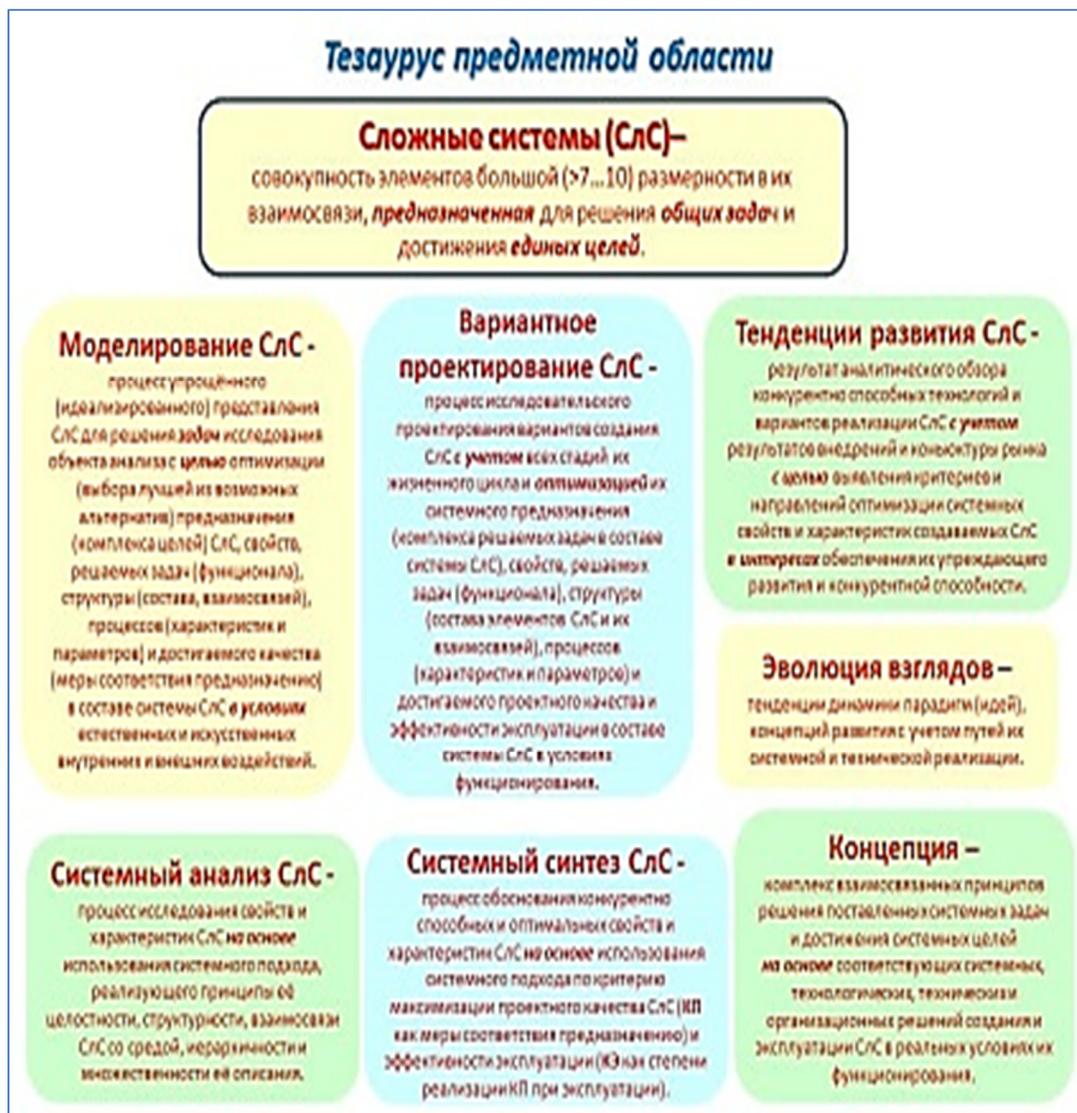


Рис. 1. Основные элементы тезауруса предметной области

Тенденция роста технологической сложности современных ОМТИ обострила проблему внеочередного учета негативного влияния субъективных свойств операторов, так называемого «человеческого фактора» (ЧФ), а также необходимость формирования

качественно новых требований к уровню подготовки, переподготовки, контролю качества выполнения функциональных обязанностей экипажами судов, обслуживающим персоналом. Структура процессов моделирования ОМТИ приведена на рис. 2. Следует подчеркнуть то важное обстоятельство, что целью моделирования является исследование и оптимизация объектов анализа (ОА), а, следовательно, обязательным процессом моделирования следует считать оценку качества (измерение качества, квалиметрию) и оценку валидности используемых моделей и полимодельных комплексов в целом (ПМК) в развитие [1, 2, 3].



Рис. 2. Структура процессов моделирования ОМТИ

Эти и ряд других многочисленных факторов обострили проблему комплексного моделирования оптимизации сложных систем и, прежде всего, в интересах повышения качества системного управления (как проектной меры соответствия объектов анализа (включая ОМТИ) своему предназначению) и эффективности (как меры, степени реализации проектного качества ОМТИ на стадии эксплуатации).

Проблема. Анализ современного технологического развития общества явно указывает на необходимость и неизбежность опережающего и упреждающего научного (прежде всего, модельного) обеспечения и развития новых технологических направлений и конкретных технических решений. Принципиально по-новому встает задача разработки модельных (цифровых) «двойников» создаваемых комплексов, их систем с целью функционального прогнозирования, отработки эксплуатационной документации, цифровой оценки их конкурентной способности (КС) и перспективности развития (ПР).

Более того, поиска не только перспективных технологических решений, но в максимальной степени инвариантных (не требующих принципиального изменения структуры и алгоритмов функционирования) к специфике условий эксплуатации, к

специфике комбинированных методов и моделей, а также к специфике и технологиям анализа, синтеза и оптимизации проектных и управленческих решений (ПУР) по количественному обоснованию КС принимаемых решений, путей и технологической перспективности развития.

Направление решения проблемы. Одним из весьма перспективных направлений в этом контексте с учетом результатов ряда выполненных поисковых и прикладных исследований [3, 4] является направление технологического развития современных сложных организационно-технических систем с использованием концепции и методологии так называемого Полимодельного квалиметрического метода системной оптимизации (ПКМ СО) объектов исследовательского проектирования типа ОМТИ (рис. 3).

Существо метода. Парадигма, концепция, модель, методика, примеры реализации и обобщение результатов развития ПКМ СО в систематизированном виде представлены в комплексе статей [5, 6, 7].

Концептуально сущность ПКМ СО ОМТИ сводится к трем основным положениям (перечислены далее).

1. Агрегированию множества частных показателей качества (ЧПК) объекта модельного представления (ОМП) в подмножество групповых показателей качества (ГПК) с их последующим сведением к единственному (обобщенному, системному, агрегированному) показателю качества (АПК). Это позволяет сократить сложность модельного описания качества, эффективности ОМП с повышением ценности квалиметрических данных в ГПК и АПК.



Рис. 3. Концепция ПКМ СО

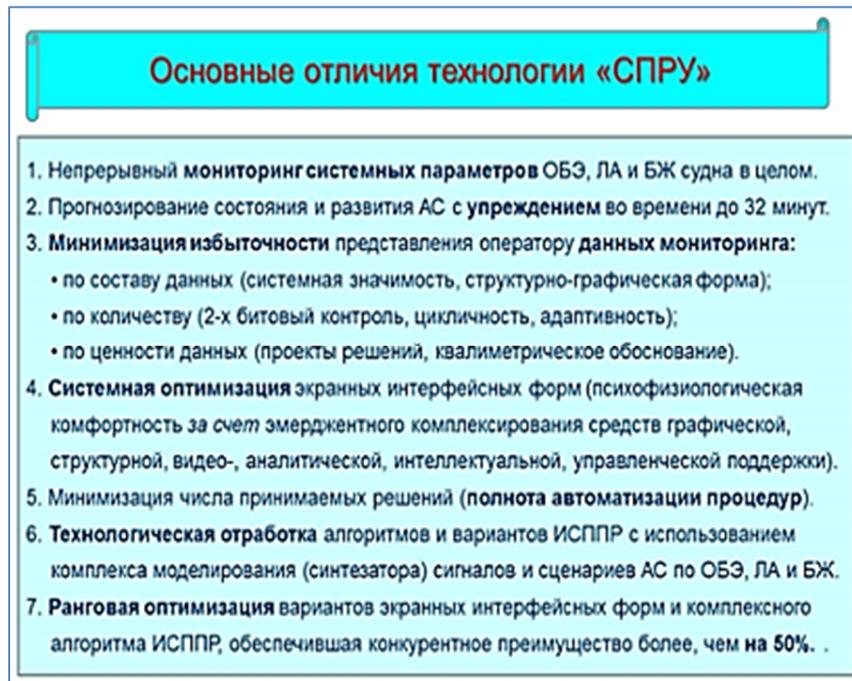


Рис. 4. Свойства технологии

2. Повышению адекватности и точности модельного описания совокупности свойств и характеристик ОМП за счет реализации парадигмы одновременного полимодельного (многоаспектного) оценивания и анализа его проектного качества (на стадии создания) и эффективности (на стадии эксплуатации) при использовании дополнительного множества модельных показателей качества (МПК) с соответствующими ГПК и АПК по каждой из моделей. Это позволяет дополнительно учитывать и актуализировать знания Заказчика об условиях использования и соответствующих требованиях к ОМП.

3. Когнитивному расширению объема знаний об ОМП с их хранением и актуализацией в квалиметрической базе данных и знаний (КБДЗ) при переходе к ГПК, МПК и АПК за счет их систематизации, визуализации, прогнозирования и анализа динамики, возможности оценки, анализа, распознавания и идентификации обстановки в целом по соответствующим графическим образам (типовым моделям).

Новые возможности. В целом это позволяет при реализации ПКМ СО, например, в варианте реализации СПРУ (система поддержки принятия решений и управления) [2, 3, 4] обеспечить следующие преимущественные возможности (рис. 4 из [7]).

В развитие [3] и с учетом результатов проведенных исследований можно сформулировать следующие перспективные направления развития ПКМ СО и технологии его реализации.

1. Квалиметрический анализ систем практически любой сложности, в т.ч. ОМТИ, на основе:

- количественной интегральной оценки качества (квалиметрической оценки) систем по критерию АПК ОМТИ с обоснованием соответствующих систем свойств и критериев их оценивания, обоснованием системы индексов критериальной значимости (матриц весовых коэффициентов) и ЧПК в ГПК (характеризуют свойства ОМТИ), МПК и АПК;

- сравнительной оценки альтернативных вариантов построения, функционирования и развития ОМТИ с оценкой конкурентных превосходств по ЧПК и КС по АПК, с формированием КБДЗ для анализа системных свойств ОМТИ, выявления и квалиметрического сравнения их сильных, слабых, внутренних и внешних сторон (особенностей, в варианте квалиметрического SWOT-анализа);

- количественной оценки ПР ОМТИ на основе сопоставления их АПК, ГПК, ЧПК для разных периодов развития, производителей и технологий.

Примеры реализации задач анализа разнородных ОМТИ приведены в [7] и наглядно подтверждают указанные выше уникальные возможности.

2. Синтез альтернативных проектных вариантов ОМТИ при их исследовательском проектировании в рамках НИР, ОКР, стартапов, проектных проработок и т.п. на основе:

- квалиметрической оценки индексов корневой чувствительности (ИКЧ) и ранжирования ЧПК с целью выявления критериев, по которым имеет место наибольший относительный прирост АПК при равном относительном изменении ЧПК с учетом стоимости реализаций данных приростов АПК;

- вариантного исследовательского проектирования ОМТИ с наилучшей по критерию максимизации АПК комбинацией ЧПК (организационно-технических характеристик) для их последующего сопоставления, обоснования возможности реализации ЧПК и выбора наиболее предпочтительного варианта. Обоснования технологических тенденций, направлений развития с учетом факторов КС, ПР;

- формирования КБДЗ по соответствующим классам ОМТИ с квалиметрическим обоснованием программ инновационно-инвестиционного развития.

3. Оптимизация вариантов построения и использования ОМТИ на основе:

- комплексного анализа-синтеза-оптимизации организационных и технологических решений в составе как отдельных ОМТИ, так и их систем;

- вариантной оптимизации проектных и управленческих решений ОМТИ с учетом всех стадий их жизненного цикла;

- вариантной оптимизации проектных и управленческих решений ОМТИ как по комплексу решаемых ими задач, так и комплексу достигаемых целей.

• 4. Квалиметрия полимодельных комплексов, которая предусматривает разработку модели оценивания качества и количественное обоснование достоверности полученных результатов, возможности и целесообразности их реализации, в том числе:

- формирование системы критериев и показателей оценки качества используемых моделей и полимодельных комплексов типа приведенных в [3];

- выбор, либо разработка средств и моделирование качества моделей и полимодельных комплексов (ПМК), пример которого приведен на рис. 5.

01.12.2020 23:43		Оценка качества (квалиметрия) Моделей							$Q = C_7^2[A(д, т), К, И, Б, Ф(с, у, п), Р, Др]$	ПМ "КМО.1"
Вариант Модели	1.Адекватность	2.Конечность	3.Информативность	4.Безизбыточность	5.Функциональность	6.Ресурсная д	7.Другие ЧПК	Качество Модели		
ИКЗ:	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	%		
1.Тест-1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	90,0		
2.Тест-2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	10,0		
3.Тест-3	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	99,0		
1.БПК	0,8	1	0,95	0,9	0,95	0,95	0,9	92,0		
2.МПЛА	0,75	1	0,95	0,9	0,95	0,95	1	92,7		
3.Ледокол-П	0,8000	0,8	0,85	0,9	0,8000	0,95	0,9	85,6		
4.АСПР	0,9298	0,95	0,99	1	0,8840	1	1	96,4		
5.ДВС	0,9500	1	1	1	0,9437	1	1	98,5		
6.СЭС	0,9500	1	1	0,8	0,8840	0,95	0,98	92,1		
7.ЦТГО	0,8698	0,8	0,7	0,8	0,6978	0,9	0,9	82,1		
8.	0,9298	1	1	1	0,8840	1	1	97,3		
9.	0,9298				0,8840					
10.	0,9298				0,8840					
11.	0,9298				0,8840					
12.	0,9298				0,8840					
13.	0,9298				0,8840					
14.	0,9298				0,8840					
15.	0,9298	1	1	1	0,8840					

Расчет "1.Адекватности Модели" по гармоническому равнопрочному алгоритму (модели ИКЗ) в зависимости от фактора достаточности отображения свойств Объекта (90%) и погрешности (5%, дополнения точности) отображения свойств Объекта по модели

Расчет "5.Функциональности Модели" по гармоническому алгоритму (модели агрегирования ЧПК) в зависимости от фактора полноты учета ситуационных условий функционирования (90%, ИКЗ=0,4), достаточности учета параметров Объекта (95%, ИКЗ=0,3) и Среды функционирования Объекта (80%, ИКЗ=0,3)

Рис. 5. Пример квалиметрии вариантов моделей и ПМК

Выводы

Сформулированные положения теории практики и перспективные направления развития технологии полимодельного квалиметрического анализа, синтеза и оптимизации организационных и технологических решений, по нашему мнению, могут быть реализованы и обеспечить широкий комплекс современных требований к моделированию.

Изложенные результаты и направления развития ПКМ СО ОМТИ дают основание утверждать, что представленная методология, метод и технология его реализации позволяют на принципиально новом уровне решать задачи концептуального, исследовательского и проектного обоснования эффективных и оптимальных технологических решений за счет специфики инвариантного модельного представления объектов практически любой сложности при реализации концепции и методологии квалиметрического анализа и синтетической квалиметрии.

Литература

1. **Микони С.В., Соколов Б.В. Юсупов Р. М.** Квалиметрия моделей и полимодельных комплексов: монография. М.: РАН, 2018. – 314 с.
2. **Субетто А.И., Алексеев А.В.** Теория практики квалиметрического обеспечения развития морских автоматизированных систем / Актуальные проблемы морской энергетики: материалы седьмой Всероссийской межотраслевой научно-технической конференции в рамках Второго Всероссийского научно-технического форума «Корабельная энергетика: из прошлого в будущее». СПб.: Изд-во СПбГМТУ, 2018. С. 78-86.
3. **Алексеев А.В.** Теория практики агрегирования векторных критериев при системном моделировании объектов морской техники: верификация и валидность, качество и эффективность моделирования / Девятая Всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД-2019). 16-18 октября 2019 г. Труды конференции – Екатеринбург: НОИМ, 2019, с. 75-82.
4. **Алексеев А.В., Михальчук А.В.** Перспективные направления развития технологии полимодельного квалиметрического анализа, синтеза и оптимизации организационных и технических решений / Перспективные направления развития отечественных информационных технологий: материалы VII межрегиональной научно-практической конф. Севастополь, 21-25 сентября 2021 г. / Севастопольский государственный университет; науч.ред. Б.В. Соколов. – Севастополь: СевГУ, 2021, с. 40-41.
5. **Алексеев А.В.** Модель инвариантной оценки качества и эффективности объектов морской техники / Морские интеллектуальные технологии/Marine intellectual technologies, № 2 том 2, 2020. С. 53-60.
6. **Алексеев А.В.** Методика инвариантной оценки качества и эффективности объектов морской техники и морской инфраструктуры / Морские интеллектуальные технологии/Marine intellectual technologies, № 1 том 2, 2021. С. 60-67 / № 1 part 2, 2021. Р. 60-67.
7. **Алексеев А.В.** Примеры реализации полимодельного квалиметрического метода системной оптимизации объектов морской техники и морской инфраструктуры / Морские интеллектуальные технологии/Marine intellectual technologies, № 2 (52) том 3, 2021. С. 69-81/№ 2 (52) part 3, 2021. Р. 69-81.