

СИСТЕМНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТНЫМ КАЧЕСТВОМ И ЖИВУЧЕСТЬЮ ОБЪЕКТОВ МОРСКОЙ ТЕХНИКИ: ТЕОРИЯ ПРАКТИКИ

**В.Ю. Бобрович, А.В. Алексеев, В.В. Антипов, Р.И. Мусатенко, А.В. Смольников
(Санкт-Петербург)**

Введение. В условиях решения национальной задачи цифровизации экономики, включая цифровую трансформацию предприятий кораблестроения [1, 2], технологий научного поиска [3–7], проектирования [8–10], создания продукции и услуг, традиционно востребованным и сложным системным вопросом инновационной деятельности является совершенствование методов моделирования проектного качества и эффективности эксплуатации объектов управления [11–15].

При этом, под **проектным качеством (ПК) Q** понимается степень соответствия предназначению объекта анализа на стадии сдачи его проекта в виде соответствующего агрегированного (обобщенного, интегрального, системного) показателя качества (АПК), а под **эффективностью W** объекта анализа – соответствующая степень реализации величины проектного качества на стадии эксплуатации в виде отношения $W = Q_э/Q$, где $Q_э$ – критерий и показатель (численное (цифровое) выражение критерия) качества объекта анализа, оцениваемый по той же модели, что и показатель проектного качества Q , но при исходных данных, принимаемых для условий эксплуатации [15–17].

Вопрос обоснования модели критерия и оценки показателя ПК объекта анализа традиционно является весьма сложной научно-технической задачей [18–25], но непременно решаемой в ходе его проектирования и создания, что позволяет заказчику и проектанту решать совместные задачи в едином терминологическом и организационно-техническом пространстве на едином понятийном уровне [26–27].

Актуальность. Еще более значимыми вопросы теории практики анализа ПК и эффективности эксплуатации (Э) становятся при переходе к системному управлению развитием сложных эргатических объектов и их систем (СЭОС, включая объекты морской техники и инфраструктуры (ОМТИ), их системы) с решением сложнейших задач инновационного и инвестиционного обоснования в их сопоставлении с конкурентными СЭОС, в том числе в интересах обеспечения конкурентной способности (КС) ОМТИ и военно-технического превосходства над противником (ВТП) [1–5, 11, 15–17, 26–27].

Именно научно-техническое и системное обоснование гарантированного обеспечения КС, ВТП ОМТИ на стадии проектирования с соответствующей цифровизацией ПК и Э, а также живучести ОМТИ в условиях воздействия деструктивных факторов лежат в основе управления их развитием, выбора эффективных и оптимальных технологических, инновационных и инвестиционных решений.

В этих условиях особые требования сегодня предъявляются к адекватности, достоверности используемых моделей качества ОМТИ, так как при резком возрастании их сложности существенно возрастают риски малоэффективных и ошибочных решений.

Более того, сегодня по-новому звучат сами требования к качеству моделей, выводя их на уровень не только цифровых двойников, но и цифровых близнецов [28–29].

Поэтому представляет особый интерес рассмотрение вопроса учета в современных моделях системных аспектов управления проектным качеством, эффективностью эксплуатации и живучести СЭОС на примере ОМТИ.

Состояние проблемы. К числу системных аспектов управления качеством ОМТИ прежде всего относятся вопросы их структуризации (модельного описания состава системы, взаимосвязей ее подсистем и элементов), систематизации свойств и возможностей

ОМТИ по предназначению, формирования системы критериев и показателей качества, формирования профиля (цифрового паспорта) каждого ОМТИ и их систем, а также представления модели функционирования и модели оценки качества ОМТИ.

Именно системное описание ОМТИ позволяет перейти к решению основных задач управления их качеством, как показано на рис. 1.



Рис. 1. Содержание проблемы управления качеством ОМТИ

При этом полимодельное представление современных структурно и функционально сложных ОМТИ позволяет реализовать основные требования, предъявляемые к самим моделям (как теоретическому средству упрощенного (идеализированного) представления объекта анализа с целью его исследования и оптимизации), включая требования, приведенные на рис. 2 [7, 17, 26, 27].

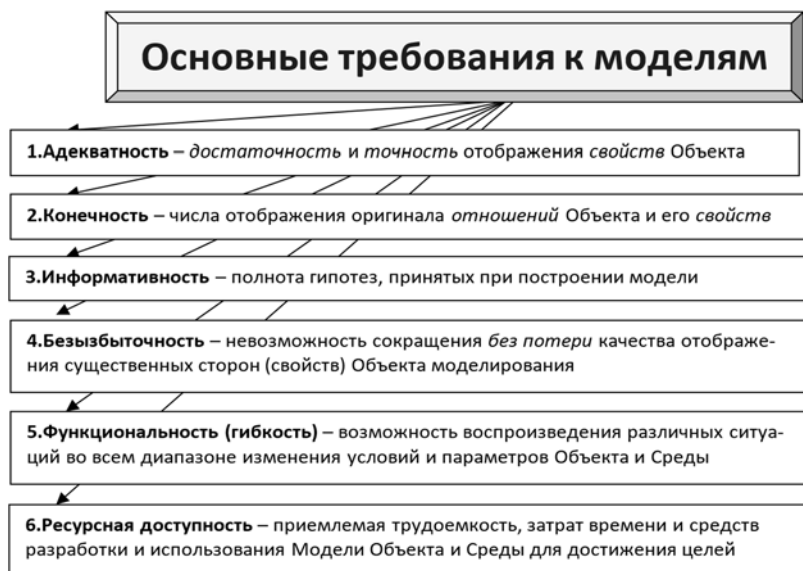


Рис. 2. Система требований, предъявляемых к качеству моделей

На рис. 3 приведен пример количественной оценки (цифровизации) качества модельного представления ряда современных сложных ОМТИ с использованием названных критериев при соответствующих исходных данных (авторский вариант), включая: ОМТИ класса ледокол (вариант 3); систем информационной поддержки борьбы

за живучесть (4), двигателя внутреннего сгорания (5), судовой электроэнергетической установки (6), цифрового двойника системы комплексной защиты информации (11).

12.01.2023 13:06		Оценка качества (квалиметрия) Моделей							$Q = C_j[A(д,т), К, И, Б, Ф(с, у, п), Р, Др]$	ПМ "КМо.1"
Вариант Модели	1.Адекватность	2.Конечность	3.Информативность	4.Безыбточность	5.Функциональность	6.Ресурсная доп	7.Другие ЧПК	Качество Модели		
Модель: М.1-РП	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	0,750	1	0,95	0,9	0,950	0,95	1	92,7		
3.Ледокол-П	0,800	0,8	0,85	0,9	0,800	0,95	0,9	85,6		
4.АСПП-СИП БЖКС	0,930	0,95	0,99	1	0,884	1	1	96,4		
5.ДВС	0,950	1	1	1	0,944	1	1	98,5		
6.СЭС	0,950	1	1	0,8	0,884	0,95	0,98	92,1		
7.ЦТГО	0,870	0,8	0,7	0,8	0,698	0,9	0,9	82,1		
8.СПРУ-БЖКС	0,950	0,98	0,99	0,9	0,884	1	0,9	94,3		
9.АСОР	0,930	1	1	1	0,884	1	1	97,3		
10.Концепция_РМА	0,930	0,9	1	1	0,884	1	1	95,8		
11.ЦД СКЗИ	0,930	0,8	0,9	1	0,884	0,9	0,9	90,1		
12.ЦД РСУ ТП БЖКС	0,930	0,8	0,9	1	0,884	0,9	0,9	90,1		

Рис. 3. Пример оценки качества моделей ОМТИ

Приведенный пример оценки качества используемых в настоящее время моделей показывает в целом достаточно высокий их уровень для решения прикладных исследовательских задач, а практика их использования при проведении НИОКР подтверждает накопленный исследователями высокий научно-технический потенциал.

Вместе с тем следует отметить, что этот потенциал далеко не всегда используется отдельными исполнителями при решении важных вопросов научно-технического обоснования, что, безусловно, приводит к неоправданным рискам и ресурсным потерям.

Пути решения проблемы системного управления проектным качеством. В «арсенале» средств исследователей сегодня используется широкий ряд методов и средств для научно-технического обоснования принимаемых концептуальных, исследовательских, проектных и эксплуатационных решений, основные из которых в систематизированном виде приведены на рис. 4.



Рис. 4. Классификация методов исследования систем управления

Как показывает анализ [1–29] и опыт широкого ряда исследователей, для решения задач управления проектным качеством ОМТИ, наиболее результативным и, по сути, безальтернативным сегодня с учетом тенденции критического роста сложности ОМТИ остается **класс квалиметрических методов исследований** [30–37].

Это обусловлено, с одной стороны, прямым назначением методологии квалиметрии (измерения качества объектов анализа) и синтетической квалиметрии (оптимизации решений на основе анализа показателей качества объектов анализа), с другой стороны, резким ограничением возможностей ряда ранее хорошо освоенных и проверенных методов в условиях появления и резкого обострения проблемы сложности, в том числе ограничения возможностей многопараметрического математического описания сложных процессов функционирования современных ОМТИ.

Существо и парадигма квалиметрического метода могут быть представлены [17, 27, 29, 34] обобщенным алгоритмом оценки агрегированного (системного, обобщенного, интегрального, адмиральского и т. п.) показателя качества (АПК) в виде

$$Q = C_M^{t_M} \langle \delta_m, C_S^{t_S} \{ \gamma_s, C_G^{t_G} [\beta_g, C_N^{t_N} (\alpha_n, q_n)] \} \rangle \quad (1)$$

с использованием операторов $C_N^{t_N}$, $C_G^{t_G}$, $C_S^{t_S}$, $C_M^{t_M}$ при соответствующих типах (здесь – не показатель степени) алгоритмов свертки t_N , t_G , t_S , t_M , множества частных показателей качества (ЧПК) $\{q_n\}$, $n \in [0; N]$ с соответствующим множеством индексов критериальной значимости (ИКЗ, весовых коэффициентов) $\{\alpha_n\}$ в множество групповых показателей качества (ГПК) $\{\beta_g\}$, $g \in [0; G]$, с последующей сверткой ГПК в множество сводных показателей качества (СПК) $\{\gamma_s\}$, $s \in [0; S]$, с последующей сверткой СПК в множество модельных показателей качества (МПК) $\{\delta_m\}$, $m \in [0; M]$ и, наконец, сверткой МПК в агрегированный показатель качества Q , отражающий в виде единого численного (цифрового) значения качество ОМТ в целом.

В свою очередь, это дает возможность системно целостно не только оценивать качество ОМТИ и других СЭОС по показателям проектного качества Q и эффективности эксплуатации W , но и непосредственно и количественно оценивать конкурентную способность (военно-техническое превосходство) K и перспективность развития соответствующих образцов морской техники (вооружения и военной техники) Π в виде

$$K = \frac{Q}{Q_K}, \quad \Pi = \frac{Q}{Q_3}, \quad (2)$$

где Q_K – значение АПК конкурентного варианта (образца) объекта анализа по отношению к анализируемому варианту с АПК Q , а Q_3 – значение АПК для аналогичного (однородного) варианта, но соответствующего предыдущему этапу развития. Причем для оценки этих значений используется одна и та же модель ПК (1), но при соответствующих исходных данных, что и позволяет учитывать специфику самих вариантов ОМТИ.

Наличие приведенных системных показателей качества (проектного и эффективности эксплуатации) позволяет исследователю, заказчику, проектировщику, строителю, эксплуатационщику решать целый ряд задач оценки, анализа, контроля и оптимизации качества ОМТИ на всех тапах жизненного цикла и в «едином информационном поле».

Пример реализации. В дополнение к ряду ранее рассмотренных вариантов реализации приведенной модели оценки качества ОМТИ [15–17, 27, 29] применительно к задаче управления проектным качеством на рис. 5 приведена главная экранная форма роботизированного проектного комплекса (РПК) «КСПР», позволяющего решать следующие основные задачи научно-технического обоснования и управления качеством:

1) представление модели качества объекта морской техники (ОМТ) класса «Морской рыболовный траулер» (включая модель цифрового двойника) при погрешности вариантного проектирования порядка 8,3%, погрешности (коэффициент вариации) оценки АПК порядка 2,2% при введенном числе (21) агрегируемых ЧПК и средней погрешности ввода исходных данных 10%, качестве модели в целом порядка 92%;

2) систематизации 4 свойств и возможностей (эффективно решаемых групп задач) ОМТ с их количественной оценкой в соответствии с данными на рис. 5;

3) систематизации (сформирована система) критериев и показателей оценки качества для ОМТ данного класса в виде 21 ЧПК агрегированных в 10 ГПК, 4 СПК, 1 МПК и 1 АПК в виде производных показателей К и П (модель 2);

4) формирование цифрового паспорта (профиля) ОМТ класса МРТ в варианте «4.Проект 19960» в сопоставлении с 3 конкурирующими вариантами (1, 2, 3) и исследовательским вариантом («5.Проект 22970.2 (ГМТУ)»), обеспечивающим конкурентную способность и перспективность развития в 38,9%;

5) проектное обоснование (концептуального, исследовательского (с обоснованием ТЗ на НИОКР), проектного (ТУ и РКД на изделие), эксплуатационного) системных и технических решений, вытекающую из выше приведенных результатов вариантного проектирования (задачи 1–4);

6) структурная оптимизация, также являющаяся развитием предыдущих результатов, включающую анализ и цифровое обоснование конкурентных структурных решений с использованием автоматизированных систем поддержки принятия проектных и управленческих решений (АСППР) типа РПК «КСПР», который можно рассматривать в качестве «калькулятора главного конструктора»;

7) оценка качества информационно защищенного исполнения инновационных решений, включая оценку качества защиты авторских прав с обеспечением защиты коммерческой, технологической и государственной тайн, защиту от неквалифицированного (с ошибками использования) и низкоэффективного использования и применения (ограниченный опыт) путем включения в структуру АСППР типа РПК «КСПР» вариантов оценки (перерасчета) К, П и Э с учетом наносимого ущерба (поле ввода исходных данных 9.1 и т.п.) при несоблюдении регламентирующих требований по информационной безопасности.

РГК "КСИР-2016"						
Оценка конкурентной способности (КС) и перспективности развития (ПР) объектов морской техники класса "Промысловые суда: Морской рыболовный траулер (МРТ)"						
Назначение объекта морской техники (ОМТ): Целевое преобразование тепловой энергии в механическую						
Основные конкурентные свойства ОМТ класса "Промысловые суда:Траулер" варианта "5.Проект 22970.2" по отношению к варианту "4.Проект 19960": 	1. Продукционное качество (мореходный потенциал, водоризмещение, количество видов продукции, техн.экономичность,экологичность):	170,81%				
	2. Технологичность эксплуатации (сложность эксплуатации, обслуживания, ремонтпригодность):	97,44%				
	3. Конструктивное качество (ресурсная прочность, компактность, эргономичность, дизайн, другие ГПК):	118,77%				
	4. Экономичность владения (стоимость закупки, эксплуатации, расходных материалов, ремонта):	98,02%				
Оценка КС при вариантной оптимизации МРТ:						
Критерии оценки качества \ Объект морской техники (ОМТ)	ИКЗ (вес)	1.Проект 22970	2.Проект 13728	3.Проект 13728.2 (модерный)	4.Проект 19960 (база)	5.Проект 22970.2 (ГМТУ)
Конкурентная способность вариантов (Кг), ед.		1,3791	1,2242	1,2253	1,0000	1,3893
Перспективность развития (П) по отношению к варианту 4, %						38,93%
1.Мореходный потенциал, ус.ед.	90	2407,9	1532,4	1532,5	1454,6	2408,0
1.1.Мощность ГЭУ, кВт.	90	4080	2040	2040	1950	4080
1.2.Мощность СЭС, кВт.	90	1800	1700	1700	1600	1800
1.3.Скорость судна, узл.	40	13,50	13	13,5	13,00	14,0
1.4.Литровая мощность, л.с./л	0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,05
1.5.Материал ДВС, ус.ед.	0	1	1	1	1	1
2.Водоризмещение, т.	60	4000	3500	3500	3000	4000
3.Количество видов продукции,ус.ед.	70	10	9	9	3	10
4.Техн.экономичность, ус.ед.	80	42,0	34,3	34,3	37,5	43,3
4.1.Мин. удельный расход топлива, г/(л.с.*ч)	80	135	145	145	139	133
4.2.Мин. удельный расход масла, г/(л.с.*ч)	0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
4.3. КПД, %	70	30	25	25	25	30,5
5.Ресурсная прочность, ус.ед.	90	409,6	281,7	281,7	189,6	409,6
5.1.Автономность судна, сут.	60	45	35	35	25	45
5.2.Производственная мощность, т/сут.	100	60	55	55	40	60
5.3.Рефрижераторные грузовые трюмы, м3	80	1120	750	750	500	1120
6.Экологичность, ус.ед.	60	74,9	72,8	72,8	72,8	74,9
6.1.Токсичность, г/кВтч	50	1,2	1,5	1,5	1,5	1,1
6.2.Шумность, дБ	30	65	70	70	70	65
7.Технологичность обслуживания, ус.ед.	50	91,2	92,8	92,8	92,8	91,9
7.1.Сложность эксплуатации, ус.ед.	70	52	50	50	50	52
7.2.Ремонтпригодность, ус.ед.	50	48	50	50	50	50
7.3.Ресурсоемкость обслуживания, тыс.руб.	30	2,6	2,5	2,5	2,5	2,6
8.Компактность, МГХ, ед.	0	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5
8.1.Масса, кг	50	1	1	1	1	1
8.2.Габаритный объем, м3	50	1	1	1	1	1
9.Экономичность владения, тыс.руб.	90	5,9	8,9	8,9	8,9	4,1
9.1.Закупочная стоимость, тыс.руб.	60	155	150	150	150	158
9.2.Расходные материалы на 1т.км, тыс.руб.	25	3,8	4	4	4	3,8
9.3.Стоимость обслуживания, тыс.руб.	15	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1
10.Эргономичность, дизайн, другие ГПК, ед	20	82	80	80	80	82
Погрешность вариантного (12) проектирования : 8,3%.		Погрешность оценки (КВапк): 2,2%		10%	Качество модели=	92,0%

Рис. 5. Пример оценки качества моделей ОМТИ

Задача представления модели функционирования ОМТИ, включая задачи тренажерной подготовки операторов, также может решаться с использованием представленной модели управления качеством в режиме цифрового двойника (в составе 5 дополнительных к базовой АСУ модулей: цифрового паспорта (профиля), цифровой модели, цифрового близнеца, квалиметрической базы данных и знаний, а также специализированной системы поддержки решений и управления) с дополнением соответствующих интерактивных средств визуализации и использованием средств контроля и цветовой, звуковой и т.п. сигнализации по нормированным значениям приведенных системных и технических показателей качества ОМТ.

Заключение

В результате проведения и обобщения ряда теоретических и прикладных исследований обоснована целесообразность и возможность инвариантного к специфике СЭОС модельного представления их проектного качества, эффективности эксплуатации и борьбе за живучесть, которые целесообразно использовать при системном управлении их развитием на всех этапах жизненного цикла.

Представленные результаты систематизации задач системного управления качеством и эффективностью объектов морской техники на примере морского рыболовного траулера с использованием технологии роботизированного проектного комплекса «КСРР» позволяют оптимизировать комплексные технологические, технические и организационно-технические решения.

Литература

1. **Бобрович В.Ю., Алексеев А.В., Антипов В.В., Смольников А.В., Шаталов Г.В.** Модель и технология цифровизации управления инвестиционными проектами и развитием предприятия // V Международная научно-практическая конференция «Имитационное и комплексное моделирование морской техники и морских транспортных систем» (ИКМ МТМТС-2019). Труды конференции (Программа Международного Военно-морского салона «МВМС-2019»). М.: Перо, 2019. С. 30–35.
2. **Архипов А.В., Четвертаков М.М.** Долгосрочная кораблестроительная программа: принципы разработки и проблемы реализации // Оружие наследников Победы. М.: Издательский дом «Оружие и технологии», 2015. С. 794–801.
3. **Аврамчук Е.Ф., Вавилов А.А., Емельянов С.В.** и др. Технология системного моделирования / Под общ. ред. С. В. Емельянова. И.: Машиностроение, 1988.
4. **Худяков Л.Ю.** Исследовательское проектирование кораблей. Л.: Судостроение, 1980. 324 с.
5. **Захаров И.Г.** Обоснование выбора. Теория практики. СПб.: Судостроение, 2006. 528 с.
6. **Морская радиоэлектроника: Справочник** / И. В. Соловьев, Г.Н. Корольков, А.А. Бараненко, М.Н. Баранов и др.; под ред. В.А. Кравченко. СПб.: Политехника, 2003. 246 с.
7. **Соколов Б.В., Юсупов Р.М.** Комплексное моделирование функционирования автоматизированной системы управления навигационными космическими аппаратами // Проблемы управления и информатики. 2002. № 5.
8. **Бусленко Н.П.** Моделирование сложных систем. М.: Наука, 1968.
9. **Азгальдов Г.Г.** Теория и практика оценки качества товаров: Основы квалиметрии. М.: Экономика, 1982. 248 с.

10. **Васильев С.Н.** От классических задач регулирования к интеллектуальному управлению // Теория и системы управления. 2001. № 1. С. 5–22; № 2, с. 5–21.
11. **Волков В.И., Тычинин И.Ю., Алексеев А.В.** Системные аспекты управления развитием современных критических объектов морской техники и морской инфраструктуры // Региональная информатика (РИ-2014). XIV Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика (РИ-2014)». Санкт-Петербург, 29–31 октября 2014 г.: Материалы конференции. СПОИСУ. СПб, 2014. С. 447–448.
12. **Власов С.А., Девятков В.В.** Имитационное моделирование в России: прошлое, настоящее, будущее // Автоматизация в промышленности. 2005. № 5. С. 63–65.
13. **Городецкий В.И., Карсаев О.В., Самойлов В.В., Серебряков С.В.** Инструментальные средства для открытых сетей агентов // Известия РАН. Теория систем и управления. М.: Наука. 2008. Вып. 3. С.106–124.
14. **Дмитров А.** Сервисно-ориентированная архитектура в современных моделях бизнеса. М.: Наука, 2006. С. 224.
15. **Бобрович В. Ю., Алексеев А. В., Антипов В. В., Смольников А. В., Бороненков И. М., Мусатенко Р. И.** Автоматизация процессов борьбы за живучесть критических объектов: проблемы, лучшие практики, перспективы развития // Актуальные проблемы защиты и безопасности: Труды XXI Всероссийская научно-практической конференции РАРАН (3–6 апреля 2018). М.: Изд. ФГБУ «РАРАН». 2018. С. 344–347.
16. **Алексеев А.В., Михальчук А.В., Карпов А.Е., Орлов К.М., Каганский М.А.** Практика реализации полимодельного квалиметрического метода системной инвариантной оценки качества и эффективности объектов морской техники // Перспективные направления развития отечественных информационных технологий: материалы VIII Межрегиональной научно-практической конф. Севастополь, 20–24 сентября 2022 г. / Севастополь: СевГУ, 2022. С. 131–136.
17. **Бобрович В.Ю., Алексеев А.В., Антипов В.В., Смольников А. В.** Цифровизация и интеллектуализация ранговой сертификации качества как элемент системы обеспечения конкурентной способности продукции // Первая отраслевая научно-практическая конференция «Производственные технологии в судостроении – вопросы информатизации» (ПТС ВИ-2021). Труды конференции. СПб.: ЦТСС, 2021. С. 31–35.
18. **Емельянов С.В., Ларичев О.И.** Многокритериальные методы принятия решений. М.: Знание, 1985.
19. **Замятина Е.Б., Мерзляков Д.В., Семеновых А.А.** Языковые и программные средства для многомодельного исследования имитационных моделей компьютерных сетей // Труды 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Имитационное моделирование. Теория и практика». Т. 1–2. М.: ИПУ РАН, 2015 (принята к опубликованию) (www.simulation.su).
20. Имитационное моделирование производственных систем / А.А. Вавилов, Д.Х. Имаев, В. И. Плескунин и др. М.: Машиностроение; Берлин: Ферлаг Техник, 1983.
21. **Калинин В.Н, Соколов Б.В.** Многомодельный подход к описанию процессов управления космическими средствами // Теория и системы управления. 1995. № 1.
22. **Карпов Ю.** Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic. СПб.:БХВ-Петербург, 2005.
23. **Кини Р.Л., Райфа Х.** Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. М.: Радио и связь, 1981.
24. **Ушаков Д.В.** Мышление и Интеллект (Психология XXI века: учебник для вузов / под ред. Дружинина. М.: ПЕР СЭ, 2003.

25. **Холодная М.А.** Психологическое тестирование и право личности на собственный вариант развития // Психология. Журнал высшей школы экономики. 2004. Т. 1. № 2. С. 66–75.
26. **Микони С.В., Соколов Б.В. Юсупов Р.М.** Квалиметрия моделей и полимодельных комплексов: монография. М.: РАН, 2018. 314 с.
27. **Бобрович В.Ю., Алексеев А.В., Антипов В.В., Смольников А.В.** Комплексное моделирование системного управления качеством и конкурентной способностью морской техники // VI Международная научно-практическая конференция «Имитационное и комплексное моделирование морской техники и морских транспортных систем» (ИКМ МТМТС-2021). Труды конференции. М.: Перо, 2021. С. 26–32.
28. **Охтилев М.Ю., Павлов А.Н., Плотников А.М, Потрясаев С.А., Соколов Б.В., Юсупов Р.М.** Комплексное моделирование сложных объектов: основные особенности и примеры практической реализации // Доклад СПИИРАН в ИПУ РАН, 2015.
29. **Алексеев А.В., Согонов С.А., Максимова М.А., Хруцкий О.В., Равин А.А., Михальчук А.В.** Модель и технология цифровых двойников систем автоматизации судов//Актуальные проблемы морской энергетики: материалы одиннадцатой Международной научно технической конференции. СПб.: Изд-во СПбГМТУ, 2023.
30. **Азгальдов Г.Г., Бобков В.Н., Ельмеев В.Я., Перевощиков Ю.С., Беляков В.А.** Квалиметрия жизни, М.: ВЦУЖ, 2006.
31. **Краснова В. М.** Философия качества по Демингу и требования ИСО 9001:2000 к менеджменту качества, 2006.
32. **Субетто А.И.** Качество образования: проблемы оценки и мониторинга // Образование. 2000, № 2. С. 62–66.
33. **Субетто А.И.** Управление качеством жизни и выживаемость человечества // Ст и К, 1994. № 1.
34. **Субетто А.И., Алексеев А.В.** Теория практики квалиметрического обеспечения развития морских автоматизированных систем // Актуальные проблемы морской энергетики: материалы VII Всероссийской межотраслевой научно-технической конференции в рамках II Всероссийского научно-технического форума «Корабельная энергетика: из прошлого в будущее». СПб.: Изд-во СПбГМТУ. 2018. С. 78–86.
35. **Ушаков Д.В.** Мышление и Интеллект (Психология XXI века: Учебник для вузов / под ред. Дружинина. М.: ПЕР СЭ, 2003.
36. **Холодная М.А.** Психологическое тестирование и право личности на собственный вариант развития // Психология. Журнал высшей школы экономики, 2004. Т. 1, № 2. С. 66–75.
37. **Adelman С.** Principal indicators of student academic histories in postsecondary education, 1972–2000. Washington, DC:U.S. Department of Education URL:./http://www.ed.gov\rschstat.