

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ СОЕДИНЕНИЯ КОРАБЛЕЙ К ВЫХОДУ В МОРЕ

И.Д. Стефанович, Д.О. Куприянов, Е.М. Гадаев, А.В. Алексеев, В.А. Москаленко
(Санкт-Петербург)

Введение. Комплексная оценка технической готовности корабля к выходу в море представляет собой организационно-техническую, многокритериальную, а в общем случае весьма сложную и трудно формализуемую задачу [1–3]. Более того, она становится особенно трудоемкой при количественной оценке технической готовности каждого корабля, а тем более, соединения кораблей [4–6].

Состояние вопроса. Сложность решения данной задачи обусловлена (с одной стороны) большим числом (более 150) подлежащих контролю частных показателей готовности в соответствии с установленным регламентом, а, с другой стороны, необходимостью их своевременного учета, как минимум, по 3-бальной шкале, непрерывной актуализации этих данных в процессе повседневной деятельности, в том числе с учетом достоверности данных и их контроля не только инструментальными средствами, но и средствами экспертной оценки личным составом электромеханической боевой части корабля [7–10].

Но еще более сложной задачей следует считать задачу цифровой оценки технической готовности каждого корабля с допустимой погрешностью порядка 5%, а тем более их соединения или даже тактической группы.

Актуальность. Вместе с тем актуальность этой задачи не только не снижается, но в условиях увеличения количества требований к безопасности мореплавания и резкого усложнения объектов морской техники только возрастает [11–14].

Именно поэтому **основным направлением решения данной сложной задачи** следует считать автоматизированную поддержку принятия решения о технической готовности каждого корабля и их соединений. С комбинированной (автоматической на основе соответствующих датчиков и автоматизированной с ручным вводом данных) оценкой, регистрацией исходных данных, автоматической аналитической обработкой данных (интегрированной оценкой, мониторингом, прогнозированием развития обстановки) в целом и цифровым представлением комплексной цифровой оценки технической готовности. Это не только является весьма актуальной, высоко востребованной для повседневной практики и весьма значимой задачей, но одновременно обеспечит повышение и поддержание технической готовности на заданном уровне каждого корабля, и тем более их соединений.

Предлагаемое направление развития. В этой связи в развитие ранее полученных результатов и накопленного опыта разработки [7–14] была поставлена и решена задача программной реализации в среде Python ранее разработанных макетно-действующих технологических образцов ПК «Товсь-К» и ПК «Товсь-СК» [12–14] и варианте программного комплекса (ПК) «ТГ-К» и ПК «ТГ-СК».

В результате разработки ПК «ТГ-СК» удалось создать мобильный (типа планшетного/смартфонного «калькулятора ТГ корабля/ТГ соединения кораблей» для командира БЧ-5/флагманского специалиста соединения кораблей) и стационарный варианты ПК комплексной оценки и контроля (в перспективе – мониторинга, прогнозирования и контроля) технической готовности соединения кораблей к выходу в море на основе агрегирования более 150 (управляемый параметр) частных показателей

качества (ЧПК) в 25 групповых (ГПК) и один сводный показатель качества (СПК) «ТГ корабля» при выполнении мероприятий предподходовой подготовки.

Оценка агрегированного показателя качества (АПК, системного, обобщенного, адмиральского показателя качества) «ТГ соединения кораблей» реализуется соответственно на основе агрегирования всех ранее получаемых оценок СПК ТГ каждого в корабля соединения [7–10].

При этом матрицы индексов критериальной значимости (коэффициентов важности, весовых коэффициентов) ЧПК, ГПК, СПК автоматически нормируются и заблаговременно задаются решением соответствующих командиров с учетом специфики решаемых задач и структурных факторов соединения кораблей, а при необходимости – оперативно корректируются.

ПК «ТГ-СК» выполнен в информационно защищенном исполнении с обеспечением двухфакторной парольной аутентификации (для каждого корабля и отдельно – для соединения), изменяющейся автоматически по отдельному регламенту, а также структурного асинхронного шифрования в малоизбыточном канале передачи данных по системе обмена данными соединения между рабочими станциями пользователей путем обмена только «дифференциала» главной экранной формы (рис. 1) в моменты времени внесения изменений данных.

При оптимизации технологического решения авторы стремились максимально упростить процедуру использования ПК «ТГ-СК» и даже предусматривает возможность модификации форм представления данных с учетом особенностей соединения кораблей (выполняется по отдельному решению).

Методика решения задачи. Алгоритмически ПК «ТГ-СК» реализует ранее отработанные авторами функции на базе использования наиболее совершенного сегодня полимодельного квалиметрического метода агрегирования показателей качества и системного анализа с использованием гармонического алгоритма свертки на основе комбинации алгоритмов А.Н. Крылова и Д.Ф. Нэша [8].

На рисунке приведен фрагмент примера оценки технической готовности бригады кораблей охраны водного района Севастопольской ВМБ с использованием исходных данных интернет-ресурса и визуальной детализацией обстановки по технической готовности МТЦ-2 «Турбинист» (данные – модельные).

Мероприятие	Коэффициент важности	Оценка
Готовность соединения корабля к выходу в море	1.0	4.95
МПК-1 "Муромец"	0.25	4.98
МПК-2 "Суздалец"	0.25	4.97
МПК-3 "Александровец"	0.2	4.95
МТЦ-1 "Иван Голубец"	0.15	4.95
МТЦ-2 "Турбинист"	0.1	4.8
1. По подготовленности личного состава.	0.056	4.85
2. По организации службы.	0.056	4.65
3. По средствам управления кораблем.	0.056	4.7
4. По главной энергетической установке (ГЭУ).	0.056	4.82
5. По линиям валов.	0.056	4.65
1. Состояние упорного и опорного подшипников.	0.14	4.7
2. Состояние межреберочных сальников.	0.14	4.9
3. Состояние дейдвудных сальников.	0.14	5.0
4. Состояние соединительных муфт.	0.14	3.5
5. Исправность валопроводного устройства.	0.14	5.0
6. Исправность механизмов стопорения линии вала.	0.14	4.5
7. Отсутствие посторонних предметов вблизи вращающихся и движущихся частей.	0.16	5.0
6. По вспомогательным механизмам.	0.056	4.88
7. По электрооборудованию.	0.056	5.0
9. По корпусам, надстройкам и помещениям.	0.056	5.0
10. По рулевому устройству.	0.056	4.0
11. По якорному устройству.	0.056	4.0

Фрагмент главной экранной формы программного комплекса «ТГ-СК»

Из рисунка следует, что подобные цифровые оценки без соответствующей технической поддержки практически не реализуемы. Вместе с тем, влияние каждого ЧПК, ГПК и СПК на оценку АПК имеют критическое значение и непременно должно учитываться, лежать в основе принимаемых управленческих решений по поддержанию технической готовности корабля и соединения кораблей на заданном уровне.

Заключение

В целом можно утверждать, что автоматизация и цифровизация процесса оценки технической готовности корабля в составе соединения и соединения кораблей в целом (по нашему мнению) обеспечивает качественно новый уровень решения задач по системному и непрерывному оцениванию, мониторингу, прогнозированию и объективному контролю состояния соединения кораблей и будет способствовать повышению эффективности подготовки и действий экипажей при подготовке кораблей и их соединений к выходу в море.

В качестве базового варианта развития средств автоматизации на этом инновационном направлении может быть использован и передан ВМФ в эксплуатацию безвозмездно, в том числе с учетом настоящей военно-политической обстановки, разработанный в Санкт-Петербургском государственном морском техническом университете программный комплекс системной (комплексной) оценки технической готовности соединения кораблей «ТГ-СК».

Направлением дальнейшего развития данной перспективной технологии и программных средств ее реализации следует считать масштабирование решаемых задач на другие боевые части корабля с автоматизированной оценкой его уровня боевой готовности, соответственно – и соединения кораблей.

Литература

1. **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.
2. **Захаров И.Г.** Обоснование выбора. Теория практики. СПб.: Судостроение, 2006. 528 с.
3. *Морская радиоэлектроника: Справочник* // **И.В. Соловьев, Г.Н. Корольков, А.А. Бараненко, М.Н. Баранов, А.В. и др.; Под ред. В.А. Кравченко.** СПб.: Политехника, 2003. 246 с.
4. **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.
5. **Смольников А.В., Сус Г.Н., Ушакова Н.П.** Когнитивные технологии системы поддержки принятия решений и управления борьбой за живучесть корабля, судна // *Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб.* / АО «Концерн «НПО «Аврора». СПб, 2019. Вып. 3(46), с. 18–27.
6. **Михальчук А.В., Карпов А.Е., Орлов К.М., Каганский М.А.** Практика реализации полимодельного квалитетрического 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. / Севастопольский государственный университет; науч.ред. Б.В.Соколов. Севастополь: СевГУ, 2022, с. 131–136.

7. **Алексеев А.В., Прудниченко П.С.** Система информационно-аналитической поддержки управления обеспечением безопасной эксплуатации технических средств и оружия корабля в составе соединения // Региональная информатика и информационная безопасность. Сборник трудов. Выпуск 9 / СПОИСУ. СПб., 2020, с. 80–85.
8. **Прудниченко П.С.** Система поддержки принятия решений, мониторинга и управления обеспечением безопасной эксплуатации кораблей охраны водного района // Региональная информатика (РИ-2020). XVII Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика (РИ-2020)». Санкт-Петербург, 28-30 октября 2020 г.: Материалы конференции. СПОИСУ. СПб., 2020, с. 187–189.
9. **Прудниченко П.С.** Система поддержки управления эксплуатацией технических средств соединения кораблей // XI межвузовская научно-практическая конференция аспирантов, студентов и курсантов «Современные тенденции и перспективы развития водного транспорта России», 01.10.2020 года СПб.: ГУМРФ.
10. **Прудниченко П.С.** Автоматизированная система управления технической готовностью бригады кораблей охраны водного района / ВКР СПб.: СПбГМТУ, 2021. 63 с.
11. **Алексеев А.В., Куприянов Д.О., Заведеев Ю.М., Стефанович И.Д.** Анализ интеллектуальных технологий управления ИБ морских интегрированных автоматизированных систем // Труды Крыловского государственного научного центра. Специальный выпуск, № 1. 2021. Материалы Десятой международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы морской энергетики» / СПб, 2021. Спец. вып. № 1, 2021, с. 196–198.
12. **Алексеев А.В., Москаленко В.А., Куприянов Д.О., Заведеев Ю. М., Стефанович И.Д., Гадаев Е.М.** Программный комплекс поддержки принятия решений по оценке технической готовности корабля к выходу в море // 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. 184–188.
13. **Алексеев А.В., Куприянов Д.О.** Автоматизированная система оценки готовности корабля к выходу в море в составе тактической группы // Материалы XVI Межвузовской научно-практической конференции «Актуальные проблемы профессиональной подготовки командиров кораблей и специалистов ВМФ. Применение сил и средств ВМФ в Арктике», 2022.06.2-3 СПб.: ВИ (ДПО) ВУНЦ ВМФ «ВМА». Высшие специальные офицерские классы, 2022, с. 13–21.
14. **Стефанович И.Д., Куприянов Д.О., Заведеев Ю.М., Гадаев Е.М., Алексеев А.В.** Программный комплекс оценки технической готовности судов к выходу в море // Региональная информатика (РИ-2022). Юбилейная XVIII Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика (РИ-2022)». Санкт-Петербург, 26-28 октября 2022 г.: Материалы конференции. \ СПОИСУ. СПб., 2022. С. 468–469.