

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный морской технический университет»
(СПбГМТУ)

Допущен к защите

Заведующий кафедрой

_____ (Согонов С. А.)

(подпись)

(Ф.И.О.)

«_____» _____ 2021г.

Факультет Корабельной энергетики и автоматики

Кафедра Судовой автоматики и измерений

Направление подготовки (специальность) 26.04.02

(код, наименование)

Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской
инфраструктуры

Направленность ООП (профиль, специализация) 26.04.02.33

(код, наименование)

Системотехника автоматизированных объектов морской техники

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТРА

На тему Автоматизированная система управления технической
готовностью бригады кораблей ОВР

ОБУЧАЮЩИЙСЯ _____ (_____ Прудниченко П.С.)

(подпись)

(Ф.И.О.)

РУКОВОДИТЕЛЬ _____ (_____ Алексеев А.В.)

(подпись)

(Ф.И.О.)

2021

РЕФЕРАТ

Работа содержит 63 страницы, в том числе 11 рисунков, 5 таблиц, 29 источников.

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, КОРАБЛЬ ОХРАНЫ ВОДНОГО РАЙОНА, КВАЛИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, МОДЕЛИРОВАНИЕ, ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Тема выпускной квалификационной работы: «Автоматизированная система управления технической готовностью бригады кораблей охраны водного района».

Разработана концепция, структура, алгоритм и технология автоматизированной системы управления технической готовностью бригады кораблей охраны водного района на основе агрегирования показателей качества, анализа контроля выполнения требований Корабельного Устава ВМФ. Обоснованы основные требования к АСППР и выполнено исследовательское проектирование двух конкурентно способных вариантов создания и эксплуатации систем поддержки принятия решений за счет мониторинга и контроля частных, групповых и агрегированного показателя технической готовности каждого корабля и их соединения в целом для обоснования решений по управлению технической готовностью соединения кораблей охраны водного района.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	13
1.1 Анализ требований и задач, решаемых АСППР типа СПРУ-ТГ.....	13
1.2 Рабочие гипотезы и структурно-графическая модель варианта СПРУ ТГ БрКОВР	15
1.3 Вербальная и структурно-графическая модель СПРУ ТГ БрКОВР	20
1.4 Система критериев ТГ БрКОВР	23
1.5 Необходимость и методика числового эксперимента по параметрической оптимизации вариантов СПРУ ТГ БрКОВР	29
1.6. Выводы по разделу 1	31
2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	33
2.1 Замысел и методика исследовательского проектирования перспективных вариантов построения СПРУ ТГ БрКОВР	33
2.2 Обоснование исходных данных по системным и техническим характеристикам СПРУ ТГ при цифровом эксперименте	38
2.3. Цифровое моделирование по параметрической оптимизации и выбору варианта создания СПРУ ТГ БрКОВР	42
2.4. Выводы по разделу 2	48
3. РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО СОЗДАНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СПРУ ТГ «БрКОВР».....	50
3.1 Разработка рекомендаций по использованию результатов исследований, созданию и эксплуатации ПК «АСППР «СПРУ-СК»	50
3.2. Обоснование требований в проект ТЗ на выполнение ОКР.....	53
3.3 Выводы по разделу 3	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	56
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	60
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	64
П.1 ПРОЕКТ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКОЙ РАБОТЫ.....	64
П.2 ПРЕЗЕНТАЦИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВКР	71

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В данной ВКР применяются следующие термины с соответствующими определениями:

Охрана водного района (ОВР) – организация в составе военно-морской базы, предназначенная для обеспечения основных сил флота в районах его базирования от действий противника со стороны моря [1].

Корабль – судно, входящее в состав военно-морского флота, и предназначенное для решения боевых или специальных задач [2].

Корабль охраны водного района – корабль, предназначенный для выполнения операций в прибрежных водах.

Соединение кораблей – тактическое формирование группы кораблей, объединенных общим командованием (флагмана) для совместного выполнения самостоятельных (отдельных) боевых задач [1].

Техническая готовность корабля – совокупность подверженных изменению в процессе эксплуатации свойств и установленных НТД параметров, определяющих возможности его применения по назначению.

Живучесть корабля – способность корабля противостоять боевым и аварийным повреждениям, восстанавливая и поддерживая при этом в возможной степени свою боеспособность [2].

Непотопляемость корабля – способность корабля оставаться на плаву и не опрокидываться при наличии ряда затопленных в результате повреждения корпуса помещений. Обеспечивается запасом плавучести и остойчивости за счет деления корпуса на водонепроницаемые отсеки и наличием мощных водоотливных средств, а также правильной эксплуатацией неповрежденного корабля. Определяется комплексным обеспечением непотопляемости, взрывопожаро-радиационной безопасностью, живучестью технических средств, защищенностью экипажа и управляемостью системы борьбы за живучесть корабля [3].

Технические средства корабля – корабельное оборудование,

предназначенное для выполнения типовых функций обеспечения хода, маневрирования корабля и стабилизации его положения в пространстве, выработки и распределения электроэнергии и вспомогательных видов энергии, создания условий обитаемости и жизнеобеспечения экипажа и условий для нормального функционирования оборудования и аппаратуры, а также обеспечения борьбы за живучесть корабля [4].

АСППР – компьютерная автоматизированная система поддержки принятия решений, целью которой является помощь людям, принимающим решение в сложных условиях для полного и объективного анализа предметной деятельности [6]. Включает подклассы СИП, СПРУ, СОТМУ и другие.

СИП – система информационной поддержки, подкласс АСППР объектов автоматизированного управления, предназначенный для решения задач информационно-коммуникационного и информационно-аналитического обеспечения лиц, обосновывающих (ЛОР), принимающих (ЛПР) решения, а также лиц, исполняющих принятые решения (ЛИР) [5-7].

СПРУ – система организационно-технической поддержки принятия решений и управления объектами автоматизации, подкласс АСППР, характеризующийся расширением функций АСППР, включая интеллектуальную поддержку принятия решений с выдачей оператору проектов управленческих решений в текстовой форме, регистрацию принятых оператором решений, автоматическое доведение их до ЛИР, а также квитирование и мониторинг результатов реализации принятых решений [8].

СОТМУ – система комплексной организационной и технической поддержки принятия решений, комплексного мониторинга и управления объектами автоматизации, подкласс АСППР, характеризующийся расширением функций АСППР подкласса СПРУ, включая интеллектуальную поддержку сетевого планирования мероприятий, регистрации степени их реализации и прогнозирования успешности реализации на заданный срок, а также мониторинга реализации сетевого планирования в целом и информационно-технического сопряжения с базой данных и знаний СПРУ [9].

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

- АСЗИ** – Автоматизированная система в защищенном исполнении
- АСПК** – агрегированный системный показатель качества
- АСППР** – Автоматизированная система поддержки принятия решений
- АПК** – агрегированный показатель качества (МПК+КПК)
- БДЗ** – база данных и знаний
- БрКОВР** – бригада кораблей охраны водного района
- ВМФ** – Военно-Морской Флот
- ВТП** – военно-техническое превосходство
- ГПК** – групповой показатель качества
- ЖЦ** – жизненный цикл
- ИП** – исследовательское проектирование
- ИКЗ** – индекс критериальной значимости
- ИКЧ** – индекс корневой чувствительности
- ИС** – информационная система
- КММ КАСО** – комплексная математическая модель квалиметрической оценки, анализа, синтеза и оптимизации качества объекта анализа
- КОВР** - корабль охраны водного района
- КП** – командный пункт
- КПК** – комплексный показатель качества
- КС** – конкурентная способность
- ЛА** – локализация аварийных ситуаций и аварий
- ЛИР** – лицо, исполняющее решение
- ЛОР** – лицо, обосновывающее решение
- ЛПР** – лицо, принимающее решение
- МПК** – малый противолодочный корабль; - модельный показатель качества (в контексте анализа качества)
- МСПК** – модельный системный показатель качества
- НИР** – научно-исследовательская работа

ОБЭ ТСО – обеспечение безопасной эксплуатации технических средств и оружия объекта анализа

ОКР – опытно-конструкторская работа

ОМТ – объект морской техники

ОМТИ – объект морской техники и морской инфраструктуры

ОРД и НМД – организационно-распорядительная и нормативно-методическая документация

ОТС – оружие и технические средства

ОИП – объект исследовательского проектирования

ПК – программный комплекс

ПР – перспективность развития

ПСПК – полимодельный системный показатель качества

СИП – система информационной поддержки

СПРУ – системы поддержки принятия решений и управления

СУБД – система управления базой данных

СУ ОТС – системы управления оружием и техническими средствами

ТГ(к) – техническая готовность (корабля)

ТЗ – техническое задание

ЧФ – человеческий фактор

ЧПК – частный показатель качества

ЭД – эксплуатационная документация

ВВЕДЕНИЕ

Современный корабль, как сложная эргатическая (человеко-машинная) система, в части условий эксплуатации требует *непрерывного наблюдения и контроля* состояния технической готовности и безопасности использования технических средств и применения оружия (ТСО). Особенно, с учетом условий морской среды, тактической обстановки, сложности и безопасности морской службы экипажа, возможности возникновения нештатных обстоятельств.

Это налагает особые требования к системам и контурам автоматизированного управления ТСО кораблей, а также их соединений в части систематизации данных, их анализа и выработки вариантов проектов и **системных управленческих решений**, их **оптимизации** для обеспечения военно-технического превосходства каждого корабля, а также соединения кораблей в целом.

В качестве **объекта исследований** (объекта управления) в данной работе рассматривается техническая готовность оружия и технических средств (ТГ ОТС) Бригады кораблей охраны водного района (БрКОВР).

Техническая готовность БрКОВР (ТГс) – составная часть боевой готовности (БГ) соединения КОВР [2]. Она включает в себя готовность к применению по назначению ОТС всех КОВР и зависит от ТГ каждого КОВР в составе соединения (ТГк).

Техническая готовность БрКОВР характеризуется состоянием защищенности каждого из кораблей соединения, их скрытности по физическим полям, укомплектованности оборудованием, ЗИП и материально-техническими средствами, а также обеспечением организационно-технической защищенности, скрытности, укомплектованности оборудованием, ЗИП и материально-техническими средствами соединения (включая запасы соединения) кораблей.

Все это требует сложной организации многочисленных контуров управления ТГс, соответствующей автоматизации и цифровизации процессов

управления с учетом как позитивного, так и негативного влияния субъективных свойств операторов (ЛПР, ЛОР, ЛИР), роль которых с ростом сложности процессов, как известно в теории автоматизации и с учетом тенденций развития, только возрастает.

При этом возникают такие **специфические задачи управления ТГс** для БрКОВР, её флагманских специалистов как **непрерывный мониторинг** состояния и ТГ ОТС каждого корабля соединения и БрКОВР в целом, **прогнозирование** вариантов развития обстановки, **информационно-аналитическая и интеллектуальная поддержка** экипажей кораблей и Штаба БрКОВР в части ТГ КОВР и БрКОВР. Как при решении штатных, так и нештатных задач в контурах управления по обеспечению безопасной эксплуатации оружия и технических средств корабля (**ОБЭ ОТС**), по локализации аварийных ситуаций и аварий (**ЛА**), по борьбе за живучесть корабля (**БЖК**).

Для решения вышеперечисленных задач возникает острая потребность использования автоматизированных систем управления (АСУ), включающих системы управления базами данных (СУБД) и систему поддержки принятия решений (СППР) лиц, обосновывающих (ЛОР) и принимающих решения (ЛПР) по управлению ТГ каждого корабля и ТГс БрКОВР в целом.

В настоящее время актуальные сведения о состоянии технической и боевой готовности корабля, включающей ТГ КОВР, его командир получает из регулярных докладов командиров боевых частей, в отдельных случаях - боевых постов, отсеков и т.д. [10]. В свою очередь, командир корабля в обобщенном виде докладывает эти сведения вышестоящему руководству, т.е. задачи управления ТГ КОВР, а, тем более, соединения КОВР решаются сегодня практически без реализации современных возможностей автоматизации процессов управления.

Более того, следует отметить значительную степень зависимости, получаемой при управлении ТГ КОВР информации от так называемого «человеческого фактора» (ЧФ), что может привести и, как известно, неоднократно приводит к нежелательным и катастрофическим последствиям [10].

Среди возможных направлений решения данного противоречия самым доступным и очевидным может показаться такой способ, как повышение степени подготовки личного состава кораблей (и соединения кораблей). Однако, при более тщательном рассмотрении появляются сложности в виде довольно высокой ротации кадров и сложности подготовки матросов срочной службы по причине различного уровня их технических навыков и относительно короткого срока службы [10]. Кроме этого, возможно введение дополнительных должностей или увеличение перечня должностных обязанностей для лиц, ответственных за степень ТГ корабля (соединения), но в этом случае не исключен риск перегрузки должностных лиц из-за наложения новых обязанностей на уже имеющиеся, а расширение штата потребует существенного увеличения бюджетных средств.

Возрастание структурной и функциональной сложности систем управления и ТС КОВР, соответствующее возрастанию сложности и ответственности при их эксплуатации, требует повышения степени адекватности (объективности) оценки степени ТГ КОВР. В связи с этим, наиболее рациональным направлением решения данной задачи нам представляется повышение степени автоматизации процесса сбора данных о состоянии ТГ корабля (соединения), накопление, обработка информации и выработка соответствующих управленческих решений [29].

Как показал анализ и оценка современного состояния решаемой актуальной научно-технической задачи, новизна которой характеризуется началом разработки систем автоматизированной информационной поддержки, в т.ч. с 2014 г. по «Программе развития гражданской морской техники на период до 2016 г.» [11], проводимых в АО «Концерн «НПО «Аврора», АО

«НПО «Марс», СПбГМТУ и ряда других организаций, одним из способов достижения этой цели следует считать создание специализированной Системы мониторинга и поддержки принятия решений и управления обеспечением ТГ КОВР и БрКОВР в целом.

На сегодня АСППР, позволяющие систематизировать данные и поддерживать управление ТГ БрКОВР отсутствуют. Необходимость внедрения подобной системы в комплекс информационного обеспечения ВМФ была подтверждена в том числе офицерами КЧФ, ДКБФ и КСФ на Санкт-Петербургской международной конференции «Региональная информатика (РИ-2020)» при обсуждении 29.10.2020 г. доклада автором ВКР материалов данных исследований [10] в рамках специализированной научно-технической конференции «Актуальные проблемы борьбы за живучесть корабля, судна».



Рисунок 1 – Участники конференции и обсуждения доклада [10] по обоснованию актуальности и замысла ВКР

Основной задачей ВКР в соответствии с Задаaniem определена разработка и обоснование предложений по созданию и эксплуатации СПРУ ТГ БрКОВР. Для успешного решения поставленной задачи была принята методология исследовательского проектирования морских интегрированных систем

управления в защищенном исполнении (в свете одной из изученных дисциплин в СПбГМТУ). В свете требований [12] разработана и обоснована методика выполнения исследований по реализации требований Задания на ВКР, включающая следующие основные этапы:

1. Определение и анализ факторов, влияющих на ТГ корабля с учетом изучения основных руководящих документов.
2. Рассмотрение основных требований, задач и тенденций развития систем класса АСППР, включая СИП, СПРУ, СОТМУ.
3. Выполнение теоретических исследований по модельному описанию и исследовательскому проектированию структуры, состава и функционала АСППР класса СПРУ применительно к решению СПРУ задач управления ТГ КОВР и соединения КОВР.
4. Обоснование и экспериментальное исследование возможности создания, оптимизации параметров и программно-аппаратной реализации ПАК АСППР типа «СПРУ-СК».
5. Разработка и обоснование рекомендаций по использованию результатов исследований, созданию и эксплуатации ПК АСППР в варианте «СПРУ-СК» с подготовкой проекта ТТЗ на ОКР.

В обеспечение реализации требований Задания на ВКР в соответствии с разработанной методикой и содержанием пояснительной записки ниже представлены результаты исследований, позволившие обосновать основные требования и сформулировать проект тактико-технического задания по проведению ОКР (приложение П.1) на тему «Система сбора данных, мониторинга, поддержки принятия решений и управления технической готовностью бригады кораблей охраны водного района для Севастопольской ВМБ Краснознаменного Черноморского флота».

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Анализ требований и задач, решаемых АСППР типа СПРУ-ТГ

В ходе реализации методологии исследовательского проектирования СПРУ ТГ БрКОВР, в соответствии с [23], был выполнен анализ возможных задач автоматизированной поддержки решений (АСППР) по управлению ТГ, которые свелись к следующему:

- систематизация данных и оптимизация форм их представления оператору (офицеру), для обеспечения оперативного (своевременного) восприятия, возможности достоверного анализа и безошибочного выбора соответствующих решений в режимах обеспечения устойчивого, скрытного (в отношении ограниченного доступа к данным) и непрерывного управления;
- снижение психофизиологической нагрузки на операторов (ЛИР, ЛОР, ЛПР) при непрерывном и длительном выполнении задач по обеспечению и поддержке заданной степени ТГ;
- минимизация негативного влияния субъективных факторов (ЧФ) в процессе управления и, в первую очередь, на эффективность и оптимальность принимаемых управленческих решений по управлению ТГ.

Помимо вышеперечисленных задач к системам класса АСППР предъявляются требования, которые для СПРУ ТГ БрКОВР можно представить в систематизированном виде таблицы 1 с учетом данных [8].

Понятие «Свойства АСППР» включает в себя признаки, односторонне отличающие их от других объектов анализа, либо характеризующие их общность. В данном случае множество свойств АСППР содержит две группы: системные и основные. Такая классификация позволяет далее обосновать порядок агрегирования отдельных (основных) свойств в системное (предмет исследования) и аналогично – порядок агрегирования показателей качества по соответствующим критериям.

Это важное обстоятельство учтено с целью структуризации имеющихся данных, последующего их анализа при исследовательском проектировании.

Таблица 1 – Системные требования к АСППР БрКОВР

Свойства АСППР	Требования	Критерии качества
Системное (обобщенное, комплексное, сводное) свойство: Качество (уровень) ТГ	Оценка, мониторинг и контроль качества (уровня) ТГ БрКОВР	Агрегированный показатель качества (АСПК) ТГ БрКОВР на основе КПК ТГ КОВР
Основные свойства АСППР: 1. Оперативность (своевременность) представления ПУР	В реальном масштабе времени управления текущей обстановкой с возможностью прогнозирования данных	Цикл принятия ПУР – от (1...2) минут, включая адаптивный (по мере изменения данных) и оперативной обстановки.
2. Адекватность ПУР (погрешность выработки решения).	Полнота соответствия требованиям действующих руководящих и нормативных документов (КУ ВМФ, Руководства по обслуживанию ОТС и т.д.)	Степень соответствия требованиям руководящих документов (безошибочность).
3. Квалиметрическая оценка (количественная) состояний КОВР и БрКОВР с преимущественным использованием источников объективных данных (датчиков).	1. Выполнение требований (ВТ) 2. Угроза невыполнения требований (УНТ) 3. Невыполнение требований (НТ) 4. Угроза потери управления (УПУ)	Вариант: 1. ВТ - (93...100) % 2. УНТ - (90...93) % 3. НТ - (50...90) % 4. УПУ - (<50) %
4. Виды информационной поддержки ПУР флагманских специалистов БрКОВР (информационной, аналитической, интеллектуальной, т.д.)	1. Структурно-графическая поддержка 2. Аудио-фото-видео отображение критических объектов 3. Динамическое прогнозирование данных 4. Текстовая и аудио при формировании ПУР 5. Контроль исполнения решений	Локализация элементов. Визуальная оценка обстановки. Распознавание образов. Контроль времени исполнения. Береговые центры управления.
5. Актуализация хранения данных АСППР	1. Цифровые данные 2. Образы обстановки	База данных и знаний (БДЗ) Хранение образов в БДЗ

Таким образом, анализ требований по качеству к АСППР БрКОВР позволяет перейти к формированию рабочих гипотез и структурно-графической модели варианта СПРУ ТГ БрКОВР.

1.2 Рабочие гипотезы и структурно-графическая модель варианта СПРУ ТГ БрКОВР

Для успешного ИП перспективного варианта АСППР следует определить рабочую гипотезу и концепцию Системы мониторинга и управления ТГ КОВР, включающую такие основные положения, как:

- автоматизированный сбор информации о состоянии каждого КОВР по составляющим ТГ;
- метод агрегирования ЧПК и ГПК в АПК ТГ БрКОВР;
- способ непрерывного наблюдения (мониторинга) и прогнозирования состояния АПК ТГ БрКОВР;
- способ классификации уровней ТГ БрКОВР;
- обоснование типовых вариантов состояния и вариантов управленческих решений по поддержанию ТГ БрКОВР;
- способ актуализации КБДЗ управления ТГ БрКОВР;
- метод контроля погрешностей и достоверности мониторинга ТГ БрКОВР;
- метод прогнозирования развития обстановки по управлению ТГ БрКОВР;
- возможности повышения требований по качеству управления ТГ БрКОВР.

В качестве рабочей гипотезы создания СПРУ были выбраны следующие предположения:

1. формирование значений уровня факторов, влияющих на ТГ корабля, позволит количественно обосновать процесс принятия решений по поддержанию требуемого уровня его ТГ, а с использованием средств автоматизации выполнить это в максимально короткие сроки;
2. переход от оценки множества факторов к контролю одного АПК по каждому кораблю позволит сформировать СПРУ ТГ для соединения кораблей (в рамках

данной ВКР планируется рассмотреть соединение КОВР Севастопольской ВМБ);

3. в основу принятия решения положить результаты цифрового моделирования по возможности реализации разработанного подхода для КОВР при положительных результатах цифровой апробации.

На современных кораблях существуют различные системы управления ОТС, навигационные системы, системы БЗЖ и т.д. Все они относятся к классу КИСУВЗИ и многие из них взаимосвязаны. На общую степень ТГ корабля влияет состояние каждой из этих систем. Таким образом, необходимо предусмотреть возможность подключения разрабатываемой системы ко всем уже существующим. В качестве примера на рис. 2 представлена структурная схема КСУ ТС [13].

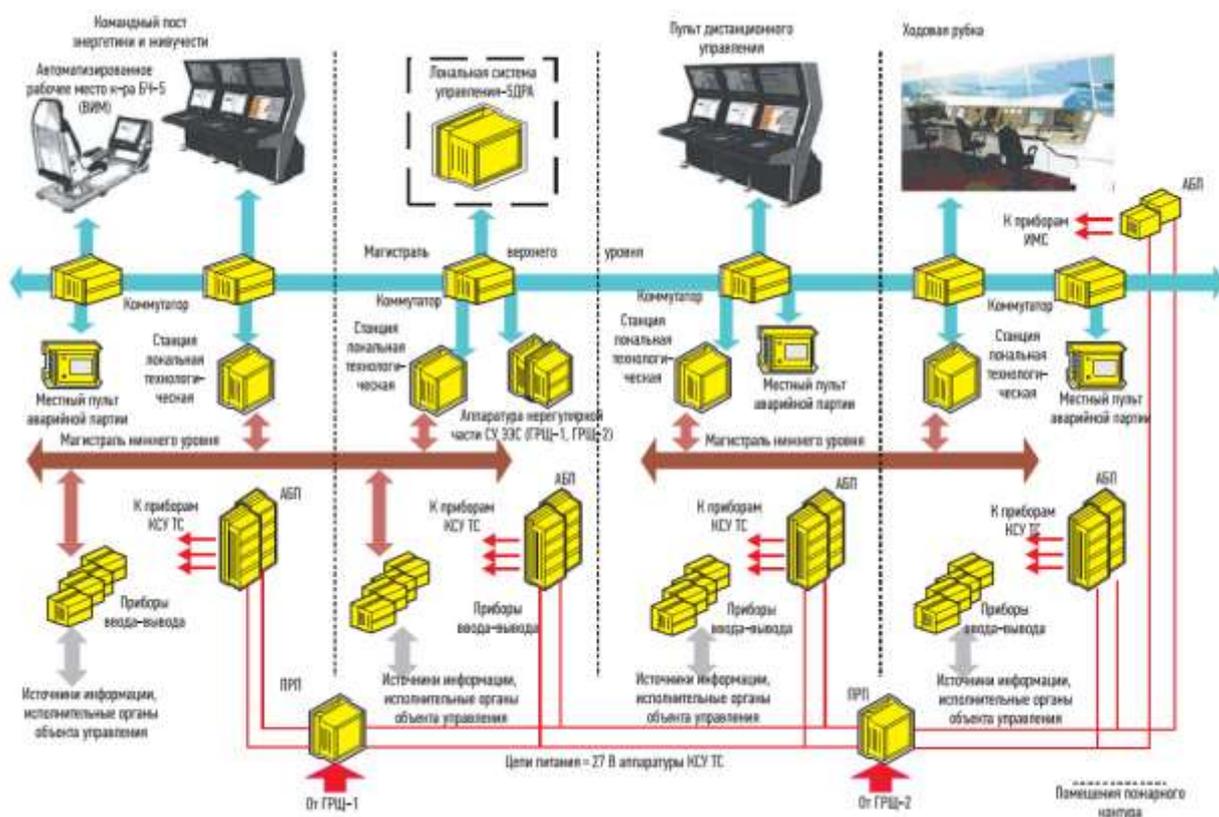


Рисунок 2 – Структура КСУ ТС

В состав системы поддержки принятия решений входят три главных

компонента: база данных, база моделей и программная подсистема, которая состоит из системы управления базой данных (СУБД), системы управления базой моделей (СУБМ) и системы управления интерфейсом между пользователем и компьютером (рис.3).

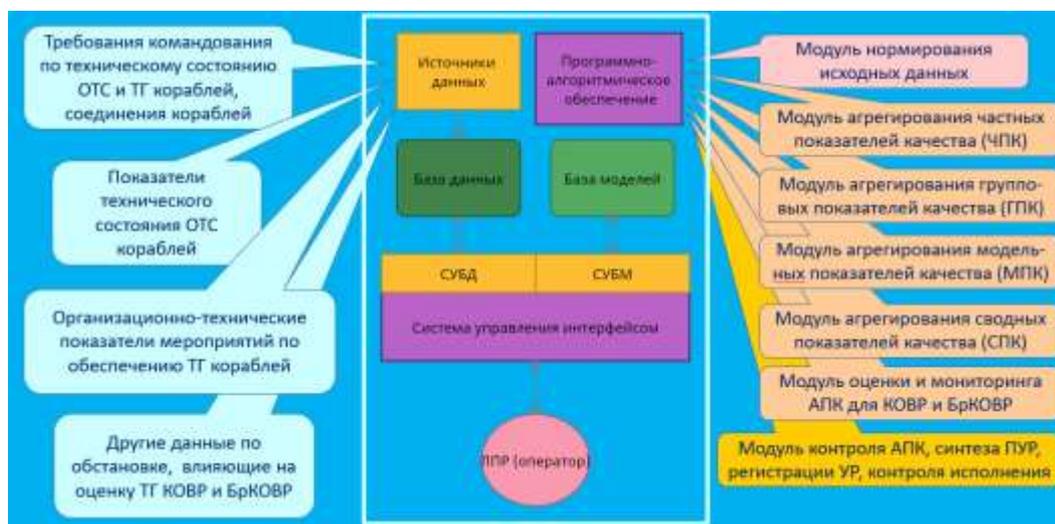


Рисунок 3 - Структурная схема СПРУ

База данных играет важную роль в процессе информационной технологии поддержки принятия решений. Данные могут использоваться непосредственно пользователем для расчетов при помощи математических моделей.

Система управления данными должна обладать следующими возможностями:

- составление комбинаций данных, получаемых из различных источников, посредством использования процедур агрегирования и фильтрации;
- быстрое прибавление или исключение того или иного источника данных;
- построение логической структуры данных в терминах пользователя;
- обеспечение полной логической независимости этой базы данных от других операционных баз данных.

База моделей. В общем случае, целью создания моделей являются описание и оптимизация некоторого объекта или процесса. Использование моделей обеспечивает возможность проведения анализа и прогнозирования в системах поддержки принятия решений. Модели, базируясь на математической интерпретации проблемы, при помощи определенных алгоритмов способствуют нахождению информации, полезной для принятия правильных решений [14].

Существует множество типов моделей и способов их классификации, например, по цели использования, области возможных приложений, способу оценки переменных и т.п.

По цели использования модели подразделяются на оптимизационные, связанные с нахождением точек минимума или максимума некоторых, и описательные, описывающие поведение некоторой системы и не предназначенные для целей управления (оптимизации).

По способу оценки модели классифицируются на детерминированные, использующие оценку переменных одним числом при конкретных значениях исходных данных, и стохастические, оценивающие переменные несколькими параметрами, так как исходные данные заданы вероятностными характеристиками. Детерминированные модели проще в построении и использовании, поэтому более популярны, чем стохастические [14].

По области возможных приложений модели можно разделить на специализированные, предназначенные для использования только одной системой, и универсальные – для использования несколькими системами.

Система управления базой моделей должна обладать такими возможностями, как: создание новых моделей или изменение существующих, поддержание и обновление параметров моделей, манипулирование моделями.

Система управления интерфейсом. Эффективность и гибкость информационной технологии во многом зависят от характеристик интерфейса системы поддержки принятия решений.

Интерфейс определяет: язык пользователя; язык сообщений компьютера, организующий диалог на экране дисплея; знания пользователя.

Язык пользователя – действия пользователя, производимые в отношении системы путем использования возможностей клавиатуры; электронных карандашей, пишущих на экране; джойстика; "мыши"; команд, подаваемых голосом и т.п. [14]. Наиболее простой формой языка пользователя является создание форм входных и выходных документов. Получив входную форму (документ), пользователь заполняет его необходимыми данными и вводит в компьютер. Система поддержки принятия решений производит необходимый анализ и выдает результаты в виде выходного документа установленной формы. Значительно возросла за последнее время популярность визуального интерфейса. С помощью манипулятора "мышь" пользователь выбирает представленные ему на экране в форме картинок объекты и команды, реализуя таким образом свои действия.

Язык сообщений – это то, что пользователь видит на экране дисплея (символы, графика, цвет, данные) полученные на принтере, звуковые выходные сигналы и т.п. Важным измерителем эффективности используемого интерфейса является выбранная форма диалога между пользователем и системой. В настоящее время наиболее распространены следующие формы диалога: запросно-ответный режим, командный режим, режим меню, режим заполнения пропусков в выражениях, предлагаемых компьютером. Каждая форма в зависимости от типа задачи, особенностей пользователя и принимаемого решения может иметь свои достоинства и недостатки. Долгое время единственной реализацией языка сообщений был отпечатанный или выведенный на экран дисплея отчет или сообщение. Сейчас появилась возможность представлять выходные данные с помощью машинной графики. Она позволяет создавать на экране и бумаге цветные графические изображения в трехмерном виде. Использование машинной графики, значительно повышающее наглядность выходных данных, становится все более популярным в информационной технологии поддержки принятия решений.

Знания пользователя – это то, что пользователь должен знать, работая с системой. К ним относятся не только план действий, находящийся в голове у пользователя, но и учебники, инструкции, справочные данные, выдаваемые компьютером. Совершенствование интерфейса системы поддержки принятия решений определяется успехами в развитии каждого из трех указанных компонентов. Интерфейс должен обладать следующими возможностями:

- манипулировать различными формами диалога, изменяя их в процессе принятия решения по выбору пользователя;
- передавать данные системе различными способами;
- получать данные от различных устройств системы в различном формате;
- гибко поддерживать (оказывать помощь по запросу, подсказывать) знания пользователя [14].

Рассмотрение всех основных компонентов, входящих в состав СППР, и определение положений рабочей гипотезы создания СПРУ позволяет перейти к разработке структурно-графической модели СПРУ ТГ БрКОВР.

1.3 Вербальная и структурно-графическая модель СПРУ ТГ БрКОВР

Разрабатываемую СПРУ ТГ КОВР в общем случае можно рассматривать в качестве технической основы создания одного из контуров управления в составе МИСУвЗИ, имеющей 2 уровня управления: «Базовый» - для поддержки принятия решений корабля (СПРУ-К) и «Групповой (комплексный)» – для поддержки принятия решений соединения кораблей (СПРУ-СК).

СПРУ-К позволяет объективно рассматривать текущую степень ТГ в составе БГ корабля, основываясь на показаниях датчиков различных корабельных систем (КС).

При этом, техническая готовность корабля является составной частью его боевой готовности (БГ). Она *характеризуется* готовностью к

использованию по назначению корпуса, оружия и технических средств корабля, средств борьбы за живучесть, состоянием уровней физических полей, определяющих его защищенность и скрытность, укомплектованностью оборудованием, ЗИП и материально-техническими средствами.

Техническая готовность БрКОВР *обеспечивается* исправностью и грамотной эксплуатацией корпусов, оружия и технических средств (ОиТС) КОВР в соответствии с эксплуатационной документацией, включая своевременное и качественное проведение технических обслуживаний (ТО) установленных видов и периодичности, ремонта КОВР. Виды ТО корпуса, оружия и технических средств, ремонта корабля, периодичность и продолжительность их проведения устанавливаются эксплуатационной документацией и руководящими документами ВМФ.

На рис. 4 представлена в соответствии и в развитие вербальной модели структурно-функциональная модель и функциональные свойства разрабатываемой СПРУ ТГ КОВР.

Использование СПРУ-К позволяет в условиях единого информационного пространства командирам боевых частей и командиру КОВР, а также с использованием СПРУ-СК - флагманским специалистам и командиру соединения, например, БрКОВР, системно целостно оценивать, прогнозировать, непрерывно наблюдать (мониторить) обстановку по ТГ, анализировать, автоматически синтезировать и оптимизировать варианты управленческих решений и их реализации.



Рисунок 4 - Структурно-функциональная модель СПРУ-СК

Использование информационно-аналитических и интеллектуальных возможностей СПРУ-К в составе КИСУвЗИ КОВР, а также СПРУ-СК предназначено для повышения качества управления технической готовностью кораблей (ТГк) и соединения в целом (ТГс).

Непрерывное наблюдение и контроль (мониторинг) ТГк позволяет иметь объективное представление и данные об одной из определяющей составной части боевой готовности корабля, готовности решать экипажу корабля и их соединению поставленные задачи по предназначению.

Для реализации непрерывного наблюдения ТГк распределенными автоматизированными средствами контролируется состояние корабля по различным каналам, число которых сегодня составляет порядка 3500. Каждый из каналов контроля имеет свою шкалу и нормированные уровни, в связи с чем необходимо решать целый ряд технологических задач. Но главной проблемой и, особенно, в связи с резким ростом числа каналов контроля, остается давно назревшая и не имеющая единого решения задача определения критерия и автоматической цифровой оценки ТГк., показателя, который бы отражал состояние ТГк с использованием каналов контроля от 3500 датчиков, значения, которое можно было бы нормировать. Сегодня подобное «измерение» ТГк

практически не производится, а оценку ТГк производит лично командир корабля по представлению докладов командиров боевых частей, либо старшие начальники и командиры, естественно, с учетом определенных данных и достигаемых результатов, но, неизбежно, под влиянием соответствующих субъективных факторов.

Вместе с тем, большое число факторов и данных контроля ТГк, а также тенденция стремительного роста проблемы структурной и информационной сложности приводят объективно к необходимости форсированного решения задачи объективной (автоматической) оценки ТГк, ее мониторинга и контроля.

1.4 Система критериев ТГ БрКОВР

Ключевыми вопросами для решения данной задачи следует считать структуру и состав системы критериев и показателей ТГк и ТГс, алгоритмы оценки их частных, групповых, сводных, модельных и агрегированного показателей, информационно-аналитической и интеллектуальной обработки многочисленных данных и поддержки принятия управленческих решений в целом, а также погрешность оценивания ТГк, ТГс.

Наиболее перспективным и предпочтительным сегодня для решения этой сложной задачи следует считать создание специального контура управления технической готовности корабля на основе технологии ее полимодельной квалитметрической оценки, мониторинга и оптимизации. Путем использования гармонического алгоритма агрегирования показателей качества при относительной погрешности оценки ТГк и ТГс порядка 5% и относительной погрешности задания исходных данных порядка (15...20)% [15-16].

На рис. 5 приведен исследовательский вариант состава системы критериев основных (типовых) показателей качества агрегированного показателя качества (АПК) ТГк в соответствии с требованиями [2] с соответствующими весовыми критериями «Важность», значения которых задаются командиром корабля по соответствующим рекомендациям,

представленным в нормативно-методической документации, включая рекомендации и возможность использования программных комплексов «АСПИД» [17] и «MPRIORITY 1.0» [18].

ПК "СПРУ-К": ТЕХНИЧЕСКАЯ ГОТОВНОСТЬ КОРАБЛЯ	
Критерий и размерность оценки фактора	Важность
1. Техн-я готовность к использ-ию, %	45%
1.1. ТГ корпуса, %	15%
1.2. ТГ оружия, %	30%
1.3. ТГ технических средств (ТС), %	15%
1.4. ТГ средств БЖ, %	25%
1.5. Состояние уровней ФП (защ.и скрыт), %	10%
1.6. Укомплектованность О-ЗИП-МТС, %	5%
2. Исправность и грамотная эксплуатация корпуса, ОиТС, качество ЭД%	25%
3. Своевременность и качество технического обслуживания (ТО), %	20%
3.1. ППТО (планово-предупредит-е), %	25%
3.2. ППР (планово-предупр. ремонты), %	25%
3.3. МПР (межпоходовые), %	20%
3.4. НР (навигационные ремонты), %	20%
3.5. Обслуживание по тех.состоянию, %	10%
4. Сохраняемость корабля, %	5%
5. Другие показатели ТГ корабля, %	5%
АПК "Ожидаемая ТГ корабля"(ТГ), %:	

Рисунок 5 - Структурно-графическая модель АПК «Техническая готовность корабля (ТГк)»

Представленный состав критериев ТГк при необходимости может расширяться с соответствующей корректировкой весовых критериев.

Соответственно на рис. 6 приведена аналогичная система критериев и основных (типовых) показателей АПК ТГс применительно к составу тактических единиц БрКОВР, принятому применительно к составу бригады кораблей Севастопольской военно-морской базы (СевВМБ).

ПК "СПРУ-СК": ТЕХНИЧЕСКАЯ ГОТОВНОСТЬ БрКОВР	
Критерий и размерность оценки фактора	Важность
1. Техническая готовность БрКОВР к применению, %	45%
1.1. МПК-1, %	20%
1.2. МПК-2, %	20%
1.3. МПК-3, %	20%
1.4. МТЩ-1, %	15%
1.5. МТЩ-2, %	15%
1.6. УТК "Гефест", %	10%
2. Исправность и грамотная эксплуатация ОиТС БрКОВР, качества ЭД%	25%
3. Своевременность и качество технического обслуживания (ТО)	20%
3.1. ППТО (планово-предупредит-е), %	25%
3.2. ППР (планово-предупр. ремонты), %	25%
3.3. МПР (межпоходовые ремонты), %	20%
3.4. НР (навигационные ремонты), %	20%
3.5. Обслуживание по тех.состоянию, %	10%
4. Сохраняемость КОВР, %	5%
5. Другие показатели ТГ БрКОВР, %	5%
АПК "Ожидаемая ТГ БрКОВР"(ТГс), %:	

Рисунок 6 - Структурно-графическая модель АПК «Техническая готовность БрКОВР (ТГс)»

В основу формирования контура управления ТГк и ТГс в составе МИСУВЗИ в развитие концепции и модели функционирования СПРУ-СК [19], моделей на рис. 3-5 положены свойства инвариантности и масштабируемости ранее разработанной в СПбГМТУ совместно с АО «Концерн «НПО «Аврора» технологии системы информационной поддержки «СПРУ ЛА-ГО.о3» [4,20-21], а также принцип создания единого информационного пространства и принцип создания и использования малоизбыточных (двухбитовых) каналов структурно скрытой информации между кораблями соединения.

Это предлагается обеспечить за счет передачи не текущих данных каналов контроля состояния технических средств и оружия, корабельных помещений и боевых постов корабля, а их групповых и агрегированных показателей качества, обеспечивая тем самым их системное шифрование и информационную защиту [22].

В соответствии с рис. 6, наибольшую важность для оценки общего уровня ТГ соединения имеет «Техническая готовность БрКОВР к применению» – 45%, которая определяется из технической готовности каждой единицы, входящей в состав соединения. Для примера рассматривается состав БрКОВР Севастопольской ВМБ, которая включает в себя 3 малых противолодочных корабля, 2 морских тральщика и учебно-тренировочный комплекс «Гефест». Далее следует обратить внимание на «Исправность и грамотную эксплуатацию ОиТС БрКОВР, качество ЭД», влияние этого критерия оценивается в 25%. Затем необходимо оценить «Своевременность и качество технического обслуживания (ТО)», что в общем случае будет влиять на 20% от общей ТГ готовности соединения и, в свою очередь, оценке подлежит проведение каждого из видов ТО (ПШТО, ППР, МПР, НР, обслуживание по техническому состоянию). Влияние двух заключительных критериев – «сохраняемость КОВР» и «другие показатели ТГ БрКОВР» оценивается по 5% для каждого.

В свою очередь, каждая единица из состава соединения кораблей должна рассматриваться как отдельный объект для определения собственного уровня ТГ. Критерии, влияющие на ТГ КОВР представлены на рис. 5, который можно рассмотреть так же, как рис. 6 и выяснить, что наибольшую важность для оценки общего уровня ТГ КОВР имеет его «Техническая готовность к использованию» – 45%, включающая в себя ТГ корпуса, оружия, ТС, средств БЖ, состояние уровней ФП и укомплектованность ЗИП (МТС). Следующим по значимости критерием является «Исправность и грамотная эксплуатация корпуса, ОиТС, качество ЭД» КОВР – 25%. Далее контролю подлежит «Своевременность и качество технического обслуживания (ТО)» – 20% от общей ТГ КОВР. Виды ТО в данном случае идентичны видам ТО, рассматриваемым в масштабе соединения (БрКОВР), но контроль степени их выполнения должен осуществляться в соответствии с индивидуальным объемом работ для каждого корабля. Таким же образом оценивается «сохраняемость корабля» (5%) и «Другие показатели ТГ корабля», в

обобщенном составе которых могут быть качество и полнота технической и эксплуатационной документации, наличие и пополнение ЗИП и др. (5%).

Основной целью разрабатываемого ПК «СПРУ ТГ БрКОВР» является определение агрегированных показателей качества (АПК) соединения кораблей – АПК «Ожидаемая ТГ БрКОВР» и АПК «Фактическая ТГ БрКОВР». Эти показатели позволяют сравнить реальный уровень ТГ соединения (или отдельного корабля) и требуемый уровень, который необходимо поддерживать.

В общем смысле «агрегирование» означает «сведение нескольких элементов к одному целому» и, как правило, это позволяет системно целостно обрабатывать данные. Значение группового показателя качества (ГПК) получают из «частных показателей качества» (ЧПК), определяющих соответствующее свойство, одним из следующих алгоритмов агрегирования: аддитивным алгоритмом (АА) академика А.Н. Крылова, мультипликативным алгоритмом (МА) математика Д. Нэша или гармоническим алгоритмом (ГА), предложенным в [21] в результате поиска путей снижения методической погрешности агрегирования показателей качества. Перечисленные алгоритмы относятся к наиболее распространенным в последнее время «частным методам агрегирования показателей качества».

Аддитивный алгоритм, известный по «Методу равномерной оптимальности (МРО)» А.Н. Крылова. Представляет собой специальный оператор свертки n -ых ЧПК (q_n) при $n \in [1; N]$ с индексами критериальной значимости (ИКЗ) w_n при $n \in [1; N]$ в агрегированный показатель качества по алгоритму вида [21]

$$Q^A = \sum_{n=1}^N (w_n \times q_n). \quad (1)$$

При использовании АА имеет место так называемая оптимистическая (завышенная) оценка ПК.

Мультипликативный алгоритм, известный по «Методу сравнительного

компромисса (МСК)» Д. Нэша». Для его реализации применяется следующий частный оператор свертки n -ых ЧПК (q_n) при $n \in [1; N]$ с индексами критериальной значимости (ИКЗ) w_n при $n \in [1; N]$ [21]

$$Q^M = \prod_{n=1}^N q_n^{w_n} . \quad (2)$$

При использовании МА результатом является пессимистическая (гарантированная) оценка ПК.

Определение весовых коэффициентов в обоих вышеописанных алгоритмах осуществляется методом сводных показателей качества (МСП) с использованием программного комплекса «АСПИД» профессора Н.В. Хованова [17] или с использованием программного комплекса «MPRIORITY 1.0», реализующего метод анализа иерархий Т. Саати [18].

Оптимальным алгоритмом по критерию минимума методической погрешности оценивания и одновременно сочетающим в себе преимущества аддитивной модели оценки и мультипликативной модели оценки, а также нейтрализующим недостатки МРО, является гармонический алгоритм, известный по «Методу гармонической оптимальности (МГО)» вида [21]

$$Q^G = [Q^A(w_n, q_n) \times Q^M(w_n, q_n)]^{1/2} . \quad (3)$$

При проведении цифрового моделирования (числового эксперимента) с разрабатываемым ПК «СПРУ ТГ БрКОВР» для расчета значения АПК в этой связи будет использован гармонический алгоритм.

1.5 Необходимость и методика числового эксперимента по параметрической оптимизации вариантов СПРУ ТГ БрКОВР

Для синтеза оптимального варианта СПРУ ТГ БрКОВР необходимо определить требования к ее параметрам. Основные требования к АСППР были рассмотрены в п.1.1 (таблица 1). На основании этих требований и с учетом [9] была сформирована система критериев и показателей (параметров) для количественной оценки качества, конкурентной способности и перспективности развития ряда предложенных автором исследовательских вариантов СПРУ ТГ БрКОВР, представленная в табл. 2.

Таблица 2 - Критерии АСППР, использованные при квалитметрической оценке качества, КС и ПР СПРУ ТГ БрКОВР

Параметр АСППР	Важность, %
1. Функциональные возможности (ГПК-1), %	30
1.1 Адекватность ПУР, %	35
1.2 Число каналов объективного контроля, ед.	20
1.3 Качество контроля адекватности персонала, %	10
1.4 Качество прогнозирования данных, %	15
1.5 Качество контроля выполнения требований, %	10
1.6 Другие критерии (качество), %	10
2. Оперативность (время принятия решения) (ГПК-2), %	20
3. Эксплуатационное качество (ГПК-3), %	30
3.1 Безопасность эксплуатации, %	20
3.2 Согласованность характеристик АСППР и оператора (эргономичность), %	25
3.3 Электронный документооборот (качество), %	20
3.4 Информационная защищенность СПРУ, %	25
3.5 Длительность цикла освоения СПРУ операторами, ч	10

Продолжение таблицы 2

4. Полнота видов поддержки ПУР операторов СПРУ (ГПК-4), ед.	15
5. Прочие групповые показатели качества СПРУ (ГПК-5), %	5

Использование полученной системы критериев дает возможность перейти к исследовательскому проектированию и числовому эксперименту по параметрической оптимизации вариантов СПРУ ТГ БрКОВР, выполненной по следующей методике исследовательского проектирования перспективных вариантов СПРУ, разработанной с учетом концепции исследовательского проектирования [23]:

1. Анализ тенденций развития СПРУ и существующих вариантов обработки данных о ТГ КОВР (БрКОВР) в обобщенном «Базовом варианте (без использования СПРУ)», а также альтернативных вариантов (возможных для использования при решении данной задачи из числа разработанных в классе СПРУ) с целью систематизации свойств и экспертной оценки параметров альтернативных вариантов СПРУ.

2. Синтез (разработка и обоснование предложений) ряда исследовательских вариантов СПРУ ТГ БрКОВР при различном сочетании параметров для исследования и контроля уровня ТГ.

3. Сравнительная оценка характеристик с целью верификации исходных данных и оценка (расчет) АПК для предложенных альтернативных вариантов сравнения свойств и характеристик СПРУ ТГ БрКОВР.

4. Реализация метода корневой чувствительности с целью поиска путей совершенствования ранее предложенных исследовательских вариантов построения и использования СПРУ на основе оценки индекса степени относительного влияния на величину АПК СПРУ ТГ БрКОВР равного относительного приращения каждого из ЧПК с последующим технологическим наращиванием показателя «наиболее влиятельных» из ЧПК и тем самым –

синтеза дополнительного исследовательского «наиболее совершенного» варианта СПРУ.

5. Дополнительная оценка АПК по соответствующим «новым» вариантам АСППР.

6. Ранжирование (систематизация данных по мере убывания АПК) и определение (выбор) оптимального варианта построения и использования СПРУ ТГ БрКОВР по критерию выбора варианта СПРУ с максимальным значением АПК.

7. Технологическая отработка (экспериментальная проверка возможности реализации, оценка параметров и свойств) оптимального варианта СПРУ и публичная апробация результатов разработки.

Представленная методика анализа и синтеза СПРУ была реализована далее при исследовательском проектировании с обоснованием свойств и характеристик перспективного варианта создания СПРУ ТГ БрКОВР.

1.6. Выводы по разделу 1

Выполненный анализ текущего состояния предметной области исследований по управлению ТГ КОВР и БрКОВР, а также требований и задач, решаемых АСППР, показал, что с учетом национального курса «Цифровая экономика России» [26] возможна и необходима цифровая трансформация процесса управления и контроля ТГ как отдельных кораблей ВМФ (по опыту анализа КОВР), так и их соединений (с учетом результатов анализа исследований и технологий управления ТГ БрКОВР).

Это позволит в условиях практического отсутствия автоматизации процессов принятия решений о таком важном системном показателе боевой готовности ВМФ, как техническая готовность каждого корабля и их соединений, обеспечить адекватность и, в целом, *новое качество* оценивания ТГ сил ВМФ.

Это становится возможным *на основе* получения, обработки и принятия

решений *с использованием* объективных и достоверных данных, а, тем самым, практически исключить негативное влияние так называемого «человеческого фактора» (ЧФ).

Это технологически предлагается реализовать *путем* практически непрерывного получения данных о состоянии технических средств и оружия, соответствующих средств и систем обеспечения по каждому кораблю и их соединениям, т.е. практически перейти к автоматическому мониторингу, анализу и контролю обстановки по ТГ.

В свете данной концепции на основе анализа требований КУ ВМФ в части обеспечения ТГ корабля была сформирована система критериев, агрегирование показателей качества в соответствии с которой позволяет автоматически, *путем* сравнительно несложной программной реализации, перейти к количественной оценке уровня (качества) ТГ каждого КОВР в целом (в виде «единой цифры»), всецело отражающей ТГ.

В свою очередь, реализация принципа «масштабируемости» позволяет *путем* автоматического агрегирования данных о ТГ каждого КОВР перейти к «единому цифровому представлению» ТГ соединения КОВР, что также исключает негативное влияние ЧФ «на верхних уровнях».

В результате анализа алгоритмов, применяемых для оценки агрегированного показателя качества, был определен оптимальный – гармонический алгоритм, использование которого в совокупности с вышеперечисленными результатами позволяет перейти к следующему этапу исследований – разработке структуры, алгоритма функционирования и оценке характеристик макетного действующего образца (МДО) ПК СПРУ для реализации изложенных принципов, который далее будем называть МДО ПК «СПРУ-СК».

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Замысел и методика исследовательского проектирования перспективных вариантов построения СПРУ ТГ БрКОВР

В соответствии с требованиями Задания на ВКР по предложению варианта системы мониторинга и управления технической готовностью бригады кораблей охраны водного района необходимо провести исследовательское проектирование (ИП) перспективных вариантов построения ПК АСППР «СПРУ-СК».

Роль процесса ИП – главная в обеспечении проектного качества и безопасной эксплуатации ОМТИ, включая их главный элемент – МИСУВЗИ. На сегодняшний день при проектировании АСЗИ, в первую очередь – МИСУВЗИ (в рассматриваемом случае СПРУ ТГ для ОМТ класса «БрКОВР»), наибольшей проблемой представляется «проблема сложности» современных АСППР.

Основные пути решения проблемы сложности ИП [23]:

1. Повышение квалификации проектировщиков, начиная с Главного конструктора и других руководителей проектных организаций.
2. Цифровизация проектирования, в первую очередь, системного анализа-синтеза-оптимизации проектных решений, с оценкой свойств и характеристик, агрегированного показателя качества, КС и ПР.
3. Полимодельный вариантный анализ и контроль качества решений.
4. Автоматизация процессов проектирования с когнитивным формированием и актуализацией квалиметрических баз данных и знаний.
5. Квалиметрический контроль КС и ПР, начиная с МИСУВЗИ в составе ОМТИ.

В соответствии с [23] концепция ИП представлена на рис. 7:

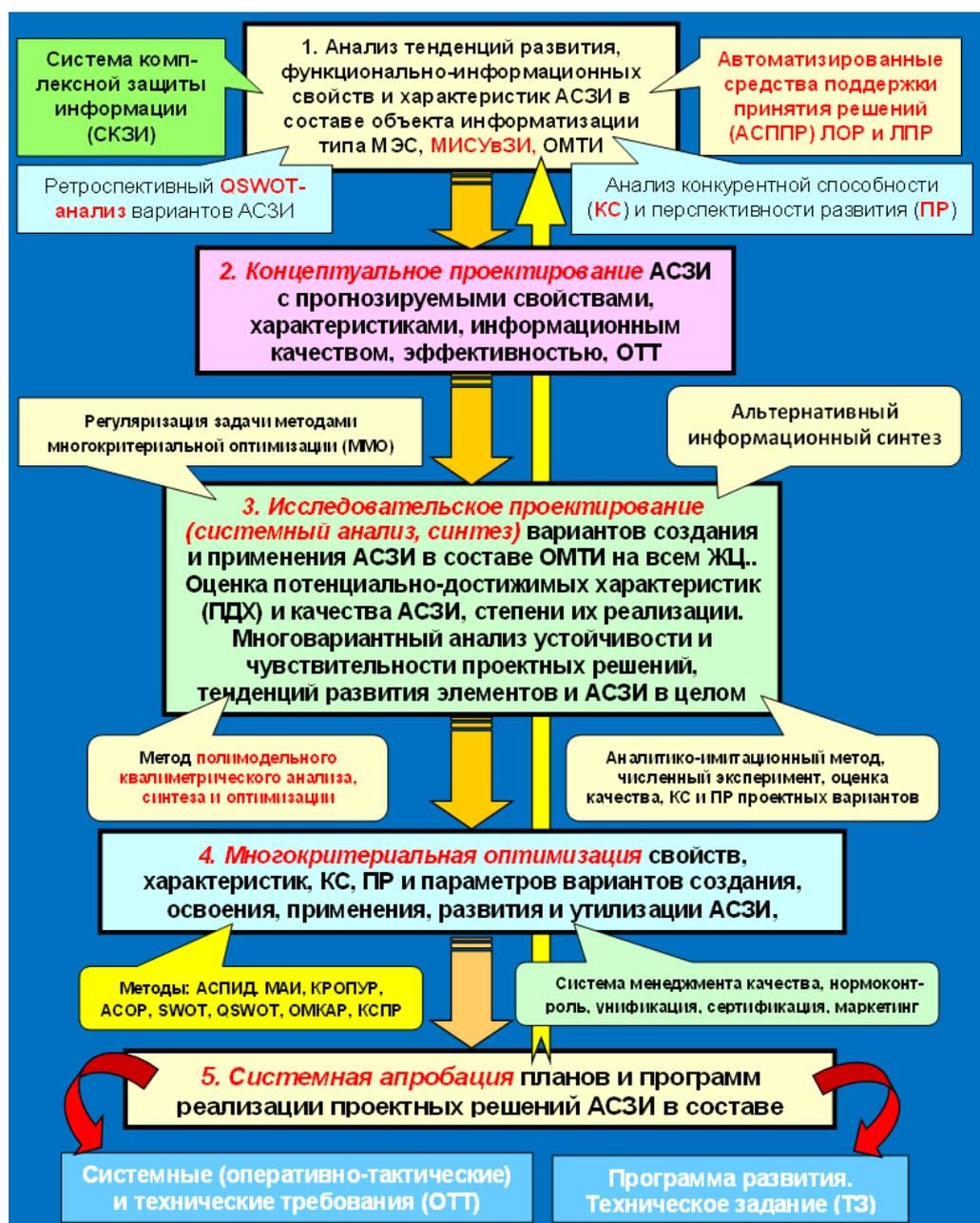


Рисунок 7 – Концепция исследовательского проектирования

В соответствии с представленной концепцией были рассмотрены свойства и характеристики АСППР (п.1.1) и выполнено концептуальное проектирование с прогнозируемыми свойствами и характеристиками разрабатываемой АСППР (п.1.3 – 1.5). Следующим этапом является исследовательское проектирование вариантов создания и применения СПРУ ТГ в составе ОМТ класса БрКОВР.

Для создания МДО ПК «СПРУ-СК» была выбрана среда Microsoft Excel (как наиболее совершенная и доступная в классе средств открытого

программирования), в которой были реализованы 2 связанных между собой программных модуля:

- модуль «СПРУ-К» - для сбора информации и оценки уровня ТГ каждого корабля из состава рассматриваемой бригады КОВР Севастопольской ВМБ по выбранным в п.1.4 критериям (всего используется 6 модулей такого типа по количеству «технических единиц» в соединении);

- модуль «СПРУ-СК» - для объединения информации от каждого модуля типа «СПРУ-К», оценки и представления данных по соединению КОВР, а также уровня ТГ БрКОВР.

Алгоритм работы разрабатываемого МДО ПК «СПРУ-СК» заключается в следующем:

1. Для всех кораблей из состава соединения определяются требования по уровню качества каждого из показателей, влияющих на степень ТГ (в процентах). Значения этих требований заносятся в столбец «Кач-во». Если критерий состоит из нескольких критериев, то вносятся требования по каждому критерию, а значение для показателя рассчитывается по формуле (3).

2. После того, как внесены значения по п.1 рассчитывается значение АПК «Ожидаемая ТГ корабля» - по формуле (3), но с требуемыми значениями по уровню качества каждого показателя.

3. Ежедневно (или по указанию командира) проводится мониторинг текущего состояния уровня качества контролируемых показателей и его значения вносятся в столбец с текущей датой (текущим циклом измерений).

4. После внесения данных за текущий цикл измерения рассчитывается значение АПК «Фактическая ТГ корабля» – по формуле (3).

5. С началом нового цикла измерений предыдущие значения переносятся в базу данных, рассчитанную на 30 циклов (при переполнении автоматически очищаются более ранние значения).

6. Прогноз ожидаемых значений уровня каждого показателя оценивается известным методом экстраполяции по нескольким (4...6) циклам.

7. Формирование требуемых значений по качеству уровня ТГ каждого из кораблей, входящих в состав соединения (из полученных значений АПК «Ожидаемая ТГ корабля») и расчет требуемого значения качества ТГ БрКОВР к применению.

8. Расчет значения АПК «Ожидаемая ТГ БрКОВР» - аналогично по алгоритму агрегирования групповых показателей качества (3).

9. Формирование текущих значений уровня ТГ каждого из кораблей соединения (по значениям рассчитанным в п.4)

10. Расчет значения АПК «Фактическая ТГ БрКОВР» – по формуле (3).

11. Перемещение текущих значений уровня ТГ каждого из кораблей и значений АПК в базу данных после окончания цикла измерений.

12. Прогноз ожидаемых значений уровня каждого показателя по нескольким циклам аналогично п. 6.

Пример реализации процедур 1 – 4 описанного выше алгоритма приведен на рис. 8.

ПК «СПРУ-К»: ТЕХНИЧЕСКАЯ ГОТОВНОСТЬ МПК-2 "Суздалец" (071)			Дата
Критерий и размерность оценки фактора	Важность	Кач-во, %	
1. Техническая готовность к использованию, %	45%	88,0	89,1
1.1. ТГ корпуса, %	15%	87	88,5
1.2. ТГ оружия, %	30%	88	90,1
1.3. ТГ технических средств (ТС), %	15%	87	89,2
1.4. ТГ средств БЖ, %	25%	90	89,9
1.5. Состояние уровней ФП (защ и скрыт), %	10%	88	87,9
1.6. Укомплектованность О-ЗИП-МТС, %	5%	85	83,1
2. Исправность и грамотная эксплуатация корпуса, ОиТС,	25%	90	89,7
3. Своевременность и качество технического обслуживания (ТО), %	20%	88,1	87,6
3.1. ППТО (планово-предупредит-е), %	25%	87	87,9
3.2. ППР (планово-предупр. ремонты), %	25%	88	86,2
3.3. МПР (межходовые), %	20%	90	89,5
3.4. НР (навигационные ремонты), %	20%	87	86,6
3.5. Обслуживание по тех состоянию, %	10%	90	88,9
4. Сохраняемость корабля, %	5%	88	89,8
5. Другие показатели ТГ корабля, %	5%	90	92,0
АПК "Ожидаемая ТГ корабля"(ТГ), %:		88,6	
АПК "Фактическая ТГ корабля"(ТГф), %:			89,1

Рисунок 8 – Фрагмент функционирования ПК «СПРУ-К»

Пример реализации пунктов 7 – 10 описанного выше алгоритма приведен на рис. 9.

ПК "СПРУ-СК": ТЕХНИЧЕСКАЯ ГОТОВНОСТЬ 68 БРКОВР, ВМБ "Севастополь"	Требование	Дата:	
Критерий и размерность оценки фактора	Важность	Кач-во, %	17.3.21
1. Техническая готовность БРКОВР к применению, %	45%	87,59	87,7
1.1. МПК-1, %	20%	87,1	87,1
1.2. МПК-2, %	20%	88,6	89,1
1.3. МПК-3, %	20%	87,0	87,6
1.4. МТЦ-1, %	15%	87,7	88,0
1.5. МТЦ-2, %	15%	87,5	87,0
1.6. УТК "Гефест", %	10%	87,5	86,9
2. Исправность и грамотная эксплуатация ОиТС БРКОВР, качества ЭД%	25%	87,90	84,67
3. Своевременность и качество технического обслуживания (ТО)	20%	88,20	89,26
3.1. ППТО (планово-предупредит-е), %	25%	88,0	91,16
3.2. ППР (планово-предупр. ремонты), %	25%	88,0	91,34
3.3. МПР (межходовые ремонты), %	20%	88,0	88,93
3.4. НР (навигационные ремонты), %	20%	88,0	86,12
3.5. Обслуживание по тех.состоянию, %	10%	90,0	86,34
4. Сохраняемость КОВР, %	5%	90,00	90,82
5. Другие показатели ТГ БРКОВР, %	5%	90,00	93,52
АПК "Ожидаемая ТГ БРКОВР"(ТГс), %:		88,03	
АПК "Фактическая ТГ БРКОВР"(ТГсф), %:			87,7

Рисунок 9 - Фрагмент функционирования ПК «СПРУ-СК»

Пример базы данных по значениям ряда циклов измерений (п.5 и п.11) приведен на рис. 10.

ПК "СПРУ-СК": ТЕХНИЧЕСКАЯ ГОТОВНОСТЬ 68 БРКОВР	1.05	Цикл 1										
Критерий и размерность оценки фактора	Треб-я	18.1.21	13.9.20	13.9.20	13.9.20	13.9.20	13.9.20	13.9.20	13.9.20	13.9.20	13.9.20	
1. Техническая готовность БРКОВР к применению, %	80	87,7	86,0	86,2	86,3	86,4	86,0	86,2	86,3	86,4	86,0	86,4
1.1. МПК-1, %	80	87,1	86,0	86,2	86,3	86,4	86,0	86,2	86,3	86,4	86,0	86,4
1.2. МПК-2, %	80	88,3	86,0	86,2	86,3	86,4	86,0	86,2	86,3	86,4	86,0	86,4
1.3. МПК-3, %	80	87,4	86,0	86,2	86,3	86,4	86,0	86,2	86,3	86,4	86,0	86,4
1.4. МТЦ-1, %	80	88,0	86,0	86,2	86,3	86,4	86,0	86,2	86,3	86,4	86,0	86,4
1.5. МТЦ-2, %	80	87,83	86,0	86,2	86,3	86,4	86,0	86,2	86,3	86,4	86,0	86,4
1.6. УТК "Гефест", %	80	87,54	86,0	86,2	86,3	86,4	86,0	86,2	86,3	86,4	86,0	86,4
2. Исправность и грамотная эксплуатация ОиТС БРКОВР,	80	88,83	80,7	81,3	81,7	82,2	87,9	84,5	85,2	85,5	82,7	84,0
3. Своевременность и качество технического обслуживания (ТО)	80	87,71	86,5	85,3	84,8	85,1	86,2	85,5	85,2	85,9	84,8	84,9
3.1. ППТО (планово-предупредит-е), %	80	88,82	85,1	84,9	81,3	85,2	83,5	81,3	82,0	86,7	81,0	83,2
3.2. ППР (планово-предупр. ремонты), %	80	85,14	85,2	91,8	87,3	85,3	91,2	96,1	82,0	90,2	92,0	91,8
3.3. МПР (межходовые ремонты), %	80	86,57	84,0	77,7	79,4	78,4	81,3	81,6	79,8	80,7	78,4	78,3
3.4. НР (навигационные ремонты), %	80	91,48	88,8	85,5	85,5	85,7	86,3	86,1	84,9	84,8	84,3	83,1
3.5. Обслуживание по тех.состоянию, %	80	86,23	83,3	86,6	88,9	93,1	90,4	86,7	90,9	85,5	86,0	89,4
4. Сохраняемость КОВР, %	80	91,30	90,4	92,6	92,6	86,8	92,2	93,0	89,0	93,5	94,3	91,4
5. Другие показатели ТГ БРКОВР, %	80	91,26	87,6	89,6	91,8	88,1	87,5	93,2	93,2	86,8	93,6	88,5
АПК "Ожидаемая ТГ БРКОВР"	88,03	88,03	85,9	85,9	86,0	86,0	85,9	85,9	86,0	86,0	85,8	86,0
АПК "Фактическая ТГ БРКОВР"	88,37	88,37	85,8574	85,78	85,7329	86,6618	86,903	86,4488	86,2389	86,6823	85,6665	85,8423

Рисунок 10 – Фрагмент формирования базы данных ПК «СПРУ-СК»

В зависимости от обстановки по ТГ БрКОВР предусмотрена возможность адаптивного изменения циклов сбора данных. Например, при нахождении корабля в море целесообразно было бы проводить измерения каждые 4 часа (по длительности корабельной вахты).

В то же время при стоянке в базе и «спокойной окружающей обстановке» такого частого контроля не требуется и достаточно ежесуточной фиксации текущего состояния ТГ КОВР (БрКОВР).

Однако, при необходимости жесткого контроля ТГ соединения КОВР (при вероятности немедленного применения ОТС) цикл измерений можно сократить до 1 часа.

Одним из достоинств предлагаемого программного комплекса является его инвариантность, позволяющая применять структуру обработки данных по выбранным критериям не только для анализа ТГ корабля и соединения, а например, для анализа вариантов построения АСППР «СПРУ-СК».

2.2 Обоснование исходных данных по системным и техническим характеристикам СПРУ ТГ при цифровом эксперименте

Для проведения цифрового моделирования по параметрической оптимизации и выбору варианта создания СПРУ ТГ БрКОВР предложено и реализовано рассмотрение существующих, альтернативных и исследовательских вариантов проектирования ПАК АСППР типа «СПРУ-К и «СПРУ-СК». При этом, критерием выбора оптимального варианта является максимальное значение АПК, которое зависит от входящих в его состав ЧПК. С учетом выбранной системы критериев АСППР, представленной в табл. 2, будут использованы следующие данные:

Функциональные возможности – ГПК-1, отражающий соответствующее свойство («функциональности АСППР») и определяемый значениями ЧПК:

- адекватность ПУР, их «безошибочность», соответствие ситуации.

Определяется соотношением верных решений к их общему числу;

- число каналов объективного контроля, прежде всего, с использованием датчиков контроля технического состояния ОТС;
- качество контроля адекватности персонала в части учета их утомленности, например, по скорости и верности ответа на тестовые вопросы, периодически задаваемые на мониторе ((в т.ч. от засыпания) и т.п.;
- качество прогнозирования данных по каждому из каналов контроля ТС ОТС [28] на основе реализации адаптивного метода регрессионного анализа данных;
- качество контроля выполнения требований по каждому из каналов в соответствии с задаваемыми при вводе исходных данных значениями и соответствующей цветовой кодировкой (см. далее);
- другие менее значимые критерии в их совокупности.

Оперативность – ГПК-2 и соответствующее свойство АСППР, в основном определяемое временем реагирования АСППР на изменение обстановки, включающим время принятия решения оператором. В рассматриваемом случае этот параметр АСППР определяется временем, необходимым для сбора и обработки информации (в свою очередь, это зависит от нескольких факторов, например от количества каналов контроля), временем, затраченным на принятие решения и временем на передачу информации ЛПР (в зависимости от степени удобства используемого интерфейса пользователя). В общем случае, требования по оперативности системы управления представляет собой выполнение неравенства [24]

$$T_{\text{ц.у.}} + T_{\text{д}} < T_{\text{кр}}, \quad (4)$$

где: $T_{\text{ц.у.}}$ – время цикла управления;

$T_{\text{д}}$ – время выполнения требуемого действия;

$T_{\text{кр}}$ – время, по истечению которого действие не приводит к выполнению задачи.

Эксплуатационное качество – ГПК-3 и соответствующее свойство, зависящее от совокупности показателей, характеризующих эффективность, удобство использования при эксплуатации рассматриваемого варианта АСППР. Этот показатель определяется безопасностью эксплуатации АСППР, эргономичностью, использованием электронного документооборота, степенью защиты информации, в том числе используемой системой контроля несанкционированного доступа, а также длительностью освоения системы оператором.

Полнота видов поддержки ПУР операторов – ГПК-4 и свойство совершенства принятых решений по информационно-аналитической и интеллектуальной поддержке операторов при принятии ими управленческих решений. Сегодня оно характеризуется использованием в рассматриваемом варианте АСППР таких видов поддержки операторов, как графические схемы, аудио-, фото, видео-поддержка, текстовое-, голосовое представление ПУР, регистрация решений, их доведение до исполнителей, мониторинг реализации решений и т.п.

Прочие ГПК и соответствующие свойства, отражающие менее значимые характеристики, такие как тип используемого ПО, требования по транспортировке и монтажу составных частей системы, дизайн, техническую поддержку разработчиком (включая апгрейд) и т.д. Для обеспечения сопоставимости условий эксперимента значение данного параметра для всех вариантов принято одинаковым.

В рамках цифрового эксперимента с использованием ПК «СПРУ-СК» значение АПК рассматриваемых вариантов построения АСППР будет представлено в процентах от 0 до 100%. Для обеспечения возможности обоснования требований в проект ТЗ на ОКР необходимо определить диапазон изменения для каждого параметра АСППР в абсолютных значениях принятой размерности, как, например, приведено в табл. 3.

Таблица 3 – Диапазоны изменения параметров АСППР

Критерии оценки качества		Диапазон значений
1. Функциональные возможности (ГПК-1), %		0...100
1.1 Адекватность ПУР, %		0...100
1.2 Число каналов объективного контроля, ед.		0...100
1.3 Качество контроля адекватности персонала, ед	реализован контроль адекватности персонала	1
	отсутствует контроль адекватности персонала	0
1.4 Качество прогнозирования данных (определяется числом используемых функций регрессии и погрешностью аппроксимации), %	прогнозирование данных отсутствует	0
	линейная регрессия	0..100
	полиномиальная регрессия	0..100
	гребневая регрессия	0..100
	адаптивный выбор функции регрессии	100
1.5 Качество контроля выполнения требований, % (определяется количеством уровней квантования значений ЧПК...АПК). Например, при граничных значениях: 85%, 80%, 50%	Выполнение требований (ВТ)	85..100
	Угроза невыполнения требований (УНТ)	80..85
	Невыполнение требований (НТ)	50..80
	Угроза потери управления (УПУ)	<50
1.6 Другие критерии, %		0...100
2. Оперативность (время принятия решения) (ГПК-2), %		0...100
3. Эксплуатационное качество (ГПК-3), %		0...100
3.1 Безопасность эксплуатации, %		0...100
3.2 Согласованность характеристик АСППР и оператора (эргономичность), %	степень выполнения требований ГОСТ Р 9241-210-2016	0...80
	обеспечение выполнения дополнительных требований	81...100
3.3 Качество электронного документооборота, %		0..100
3.4 Информационная защищенность СПРУ, %		0...100
3.5 Длительность цикла освоения СПРУ операторами (время обучения), ч		16..40

Продолжение таблицы 3

4. Полнота видов поддержки ПУР операторов СПРУ (ГПК-4), %	графические схемы (5)	0;1
	фото-поддержка (5)	0;1
	аудио-поддержка (10)	0;1
	видео-поддержка (15)	0;1
	идентификация объектов (25)	0;1
	представлен проект ПУР (25)	0;1
	голосовая поддержка ПУР (15)	0;1
5. Прочие групповые показатели качества СПРУ (ГПК-5), %		0..100

В качестве базового, исходного варианта для сравнения альтернативных вариантов АСППР примем существующий вариант оценки ТГ БрКОВР (без АСППР), аналогичный рассмотренному и принятому в [9].

Выбранная система критериев качества АСППР, диапазон их значений, представленные в табл. 3 и определение исходных данных, позволяют перейти к цифровому моделированию по параметрической оптимизации и выбору варианта создания СПРУ ТГ БрКОВР.

2.3. Цифровое моделирование по параметрической оптимизации и выбору варианта создания СПРУ ТГ БрКОВР

Перед началом синтеза перспективных вариантов построения АСППР был проведен анализ наилучшего из известных сегодня вариантов АСППР, представленного в [9], условно названного «В.4 – СПРУ» с целью его дальнейшего развития. Для выбранного варианта АСППР были вычислены значения АПК (Q) и ИКЧ (W). АПК рассчитывается по формуле (3), а ИКЧ рассчитывается по формуле [5]

$$W = \frac{\left[\frac{\Delta Q_n}{Q_n} \right]}{\left[\frac{\Delta q_n}{q_n} \right]}, \quad (5)$$

где: n – текущий номер ПК;

q_n – исходное значение ПК;

Δq_n – принятое приращение (изменение) значения ПК (типа 5%, 10%);

Q_n – значение АПК при ПК q_n ;

ΔQ_n – приращение значения АПК, вызванное приращением Δq_n .

ИКЧ позволяет оценить, насколько изменение значения ЧПК повлияет на значение АПК, что позволит выявить, какие критерии качества АСППР следует наращивать для повышения АПК и конкурентной способности.

Для определения значений ИКЧ каждый из параметров АСППР q_n был увеличен на 10%. Результаты оценки ИКЧ для рассматриваемого варианта построения АСППР представлены в табл. 4. В столбце «Рейтинг по ИКЧ» приведены результаты ранжирования полученных значений W для ЧПК и ГПК.

Таким образом, далее при синтезе перспективных вариантов построения и создания АСППР с целью повышения АПК и конкурентной способности следует рассматривать ЧПК и ГПК в соответствии с рейтингом по ИКЧ, в аспекте возможности их практического наращивания для получения наиболее «существенного» (результативного) повышения АПК и КС АСППР.

Таблица 4 – Оценки АПК и ИКЧ для варианта «В.4 – СПРУ»

Критерии оценки качества	$q_n, \%$	$q_n + \Delta q_n, \%$	$Q_n, \%$	$Q_n + \Delta Q_n, \%$	$W, \text{ед}$	Рейтинг по ИКЧ
1.Функциональные возможности (ГПК-1)	78,87	86,78	80,87	83,19	0,3	2
1.1Адекватность ПУР	90	99	80,87	81,72	0,11	1
1.2Число каналов объективного контроля	121,7	133,9	80,87	81,44	0,07	3
1.3Качество контроля адекватности персонала	90	99	80,87	81,11	0,03	5
1.4Качество прогнозирования данных	30	33	80,87	81,10	0,03	5
1.5 Качество контроля выполнения требований	50	55	80,87	81,06	0,02	6
1.6Другие критерии	80	88	80,87	81,10	0,03	5
2.Оперативность (время принятия решения) (ГПК-2)	110	121	80,87	82,71	0,2	3

Продолжение таблицы 4

3.Эксплуатационное качество (ГПК-3)	95,28	104,81	80,87	83,42	0,32	1
3.1Безопасность эксплуатации	100	110	80,87	81,39	0,06	4
3.2Согласованность характеристик АСППР и оператора (эргономичность)	100	110	80,87	81,52	0,08	2
3.3Электронный документооборот (качество)	100	110	80,87	81,39	0,06	4
3.4Информационная защищенность СПРУ	91,8	100,98	80,87	81,49	0,08	2
3.5Длительность цикла освоения СПРУ операторами	75	82,5	80,87	81,10	0,03	5
4.Полнота поддержки операторов (ГПК-4) видов ПУР СПРУ	30	33	80,87	81,67	0,1	4
5.Прочие групповые показатели качества СПРУ (ГПК-5)	100	110	80,87	81,31	0,05	5

В табл. 5 представлены результаты сравнения исходного для сравнения (существующего, без АСППР) варианта оценки ТГ БрКОВР, трех альтернативных вариантов (АСППР.1, АСППР.2, СПРУ), заимствованных для сравнения из [9] и двух исследовательских вариантов (СПРУ-2 и СПРУ-3).

Характеристики варианта 1, условно названного «В.1-без АСППР» приведены в соответствии с [9] и представляют собой способ оценки ТГ БрКОВР без использования средств автоматизации, используемый на КЧФ в настоящее время.

Характеристики вариантов 2, 3 и 4, условно названных «В.2 – АСППР-1», «В.3 – АСППР.2» и «В.4 – СПРУ» приведены в соответствии с [9] и представляют собой альтернативные способы оценки ТГ БрКОВР с использованием средств автоматизации. Варианты «АСППР-1» и «АСППР-2» предполагают наращивание средств информационной поддержки операторов без использования ПУР. Информацию предлагается выводить на несколько мониторов. Вариант «СПРУ» автоматически выдает оператору 3

альтернативных ПУР с указанием качества каждого из них, что позволяет оператору в кратчайшее время выбрать оптимальный вариант ПУР и запустить процесс его реализации.

В исследовательских вариантах 5 и 6, условно названных «В.5 – СПРУ-1» и «В.6 – СПРУ-2» была рассмотрена возможность повышения уровня АПК относительно исходного варианта за счет изменения показателей с наибольшим значением ИКЧ (наиболее чувствительных ЧПК).

Таблица 5 – Сравнительная оценка вариантов АСППР при ИП вариантов 5 и 6

Критерии оценки качества	В.1 - без АСППР	В.2 – АСППР.1	В.3 – АСППР.2	В.4 - СПРУ	В.5 - СПРУ-2	В.6 - СПРУ-3
1. Функциональные возможности (ГПК-1), %	47,09	62,37	65,71	78,87	93,14	96,49
1.1 Адекватность ПУР, %	50	80	80	90	90	100
1.2 Число каналов объективного контроля, %	80	80	100	121,7	220	220
1.3 Качество контроля адекватности персонала, %	70	70	70	90	90	90
1.4 Качество прогнозирования данных, %	10	30	30	30	30	30
1.5 Качество контроля выполнения требований, %	25	25	25	50	50	50
1.6 Другие критерии, %	70	70	70	80	80	80
2. Оперативность (время принятия решения) (ГПК-2), %	54,57	56	100	110	110	110
3. Эксплуатационное качество (ГПК-3), %	53,38	81,44	89,61	95,28	97,33	99,75
3.1 Безопасность эксплуатации, %	50	90	96	100	100	100
3.2 Согласованность характеристик АСППР и оператора (эргономичность), %	28,6	80	90	100	100	110
3.3 Электронный документооборот (качество), %	80	80	90	100	100	100
3.4 Информационная защищенность, %	50	80	90	91,8	100	100
3.5 Длительность цикла освоения АСППР операторами, %	100	75	75	75	75	75
4. Качество поддержки ПУР операторов АСППР (ГПК-4), %	1	10	10	30	30	30
5. Прочие групповые показатели качества АСППР (ГПК-5), %	100	100	100	100	100	100
Агрегированный показатель качества (АПК, Q^{Γ}), %	36,82	55,95	66,44	80,87	85,58	87,79
Конкурентная способность, ед.	1,00	1,52	1,80	2,20	2,32	2,37

Для варианта 5 предложено изменить следующие характеристики:

- использовать, например за счет увеличения числа контролируемых параметров, до 1320 каналов объективного контроля, что обеспечит качество данного критерия – 220%;
- обеспечить, например за счет расширенного внедрения подсистем управления и мониторинга информационной безопасности информационную защищенность системы – 100%;

Выполнение предложенных требований для варианта 5 позволит достичь уровня АПК 85,58% (выше АПК исходного варианта на 48,76%) и обеспечит конкурентную способность по отношению к варианту «В.1-Без АСППР» $КС_{5/1}=2,32$, а по отношению к лучшему из известных сегодня варианту «В.4 - СПРУ» $КС_{5/4}=1,06$.

Для варианта 6 предлагается «нарастить» следующие характеристики:

- использовать, например за счет увеличения числа контролируемых параметров, до 1320 каналов объективного контроля, что обеспечит качество данного критерия – 220%;
- обеспечить, например за счет расширенного внедрения подсистем управления и мониторинга информационной безопасности информационную защищенность системы – 100%;
- реализовать, например за счет введения дополнительных к [25] требований, уровень эргономичности – 110%;
- повысить, например за счет интеллектуализации синтеза проектов решений, в части расширения числа «веток» в «дереве сценариев», адекватность ПУР до 100%;

Выполнение предложенных требований для варианта 6 позволит достичь уровня АПК 87,79% (выше АПК исходного варианта на 50,97%) и обеспечит конкурентную способность по отношению к варианту «В.1-Без АСППР» $КС_{6/1}=2,37$, а по отношению к лучшему из известных сегодня варианту «В.4 - СПРУ» $КС_{6/4}=1,08$.

Следует заметить, что значения параметров для альтернативных и исследовательских вариантов построения СПРУ ТГ БрКОВР отражают приращение показателей качества относительно исходного варианта «В.1 – без АСППР» и в некоторых случаях это приводит к появлению значений, превышающих 100%.

При синтезе характеристик для вариантов «СПРУ-2» и «СПРУ-3» принималась во внимание реальная возможность технической реализации предлагаемых требований и на основании этого был выполнен расчет значения АПК.

С учетом значений АПК и оценки конкурентной способности оптимальным вариантом по критерию максимума АПК следует считать вариант 6 «В.6 – СПРУ-3» и принять его для разработки проекта ТЗ на ОКР.

Следует заметить, что в общем случае целесообразно учитывать ресурсные показатели (включая экономические) при агрегировании показателей качества. Однако, как правило, экономические показатели выдаются Заказчиком с большим трудом и с большими погрешностями. В этой связи в данной ВКР они не учитываются, хотя методически это не представляется сложным наряду с другими учитываемыми при агрегировании показателями качества АСППР.

2.4. Выводы по разделу 2

В результате проведения экспериментальных исследований (числового моделирования) был разработан и обоснован состав и алгоритм функционирования МДО ПК «СПРУ-СК», выполнена его программная реализация в среде открытого программирования Microsoft Excel.

В соответствии с требованиями, предъявляемыми к АСППР, в рамках проектирования ПАК АСППР типа «СПРУ-К и «СПРУ-СК» предложен вариант оценки АПК 5 вариантов построения АСППР с различными функциональными возможностями и техническими характеристиками.

При цифровом моделировании и параметрической оптимизации с выбором оптимального варианта создания СПРУ ТГ БрКОВР были рассмотрены 4 известные альтернативные и 2 исследовательских варианта в обеспечение повышения АПК и конкурентной способности. По результатам моделирования был выбран наиболее рациональный (оптимальный) вариант «В.6-СПРУ-3», характеристики которого были приняты за основу при разработке проекта ТЗ на ОКР.

3. РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО СОЗДАНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СПРУ ТГ «БрКОВР»

3.1 Разработка рекомендаций по использованию результатов исследований, созданию и эксплуатации ПК «АСПР «СПРУ-СК»

Цифровая трансформация – это процесс интеграции цифровых технологий во все аспекты бизнес-деятельности *с целью* повышения качества продукции и услуг, обеспечения их конкурентной способности (применительно к предмету исследований – военно-технического превосходства), требующий внесения коренных изменений в технологии, культуру, операции и принципы создания новых продуктов и услуг.

Для максимально эффективного использования новых технологий и их оперативного внедрения во все сферы деятельности человека, в т.ч. в области ВПК и управления соединениями ВМФ следует отказаться от прежних устоев и полностью преобразовать процессы и модели работы [26].

Цифровая трансформация требует смещения акцента на периферию предприятий и повышение гибкости центров обработки данных, которые должны поддерживать периферию. Этот процесс также означает постепенный отказ от устаревших технологий, обслуживание которых может дорого обходиться предприятиям, а также изменение культуры, которая теперь должна поддерживать ускорение процессов, обеспечиваемое цифровой трансформацией.

В рамках реализации Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», в том числе с целью решения задачи по обеспечению ускоренного внедрения цифровых технологий в экономике и социальной сфере, Правительством Российской Федерации на базе программы «Цифровая экономика Российской Федерации» сформирована национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» ,

утвержденная протоколом заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 4 июня 2019 г. № 7. В состав Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» входят следующие федеральные проекты, утвержденные протоколом заседания президиума Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности от 28 мая 2019 г. № 9:

- «Нормативное регулирование цифровой среды»
- «Кадры для цифровой экономики»
- «Информационная инфраструктура»
- «Информационная безопасность»
- «Цифровые технологии»
- «Цифровое государственное управление»

Таким образом, можно сделать вывод о том, что на сегодняшний день задача по повышению уровня цифровизации экономики России имеет высокий приоритет для руководителей страны и ее граждан в целом. Успешная разработка и внедрение ПК «АСППР «СПРУ-СК» позволит повысить степень цифровизации в области принятия решений по управлению ТГ БрКОВР.

Для этого предлагается использовать результаты проведенных исследований систем класса АСППР и предъявляемых к ним требований. Удовлетворить данные требования к СПРУ можно путем широкого использования современных методов вариантного анализа и синтеза, исследовательского проектирования и моделирования процессов АСППР с соответствующими параметрами выбора архитектуры, алгоритмов и технологии реализации.

При создании ПК «АСППР «СПРУ-СК», по мнению автора, целесообразно учитывать в рассмотренных аспектах специфику области использования системы – Военно-Морской Флот РФ. Следовательно, особое

внимание должно быть уделено уровню защиты информации, используемой алгоритмами для выработки возможных вариантов управленческих решений и накапливающейся в базе данных. Поскольку хранящаяся в БД информация по ТГ БрКОВР структурирована и систематизирована (по циклам измерений и критериям) – она может представлять наибольший интерес для противника. Поэтому основными задачами по обеспечению безопасности становятся:

- защита информации от несанкционированного доступа (НСД) инсайдеров или внешних заинтересованных лиц;

- предотвращение уничтожения данных. Например, механизмы современных DBMS (систем управления СУБД, Database Management System) способны вычислить частично стертую и поврежденную информацию и откорректировать ошибку, поэтому речь идет об обеспечении безопасности от рисков полного уничтожения содержимого базы;

- защита от программных и аппаратных ошибок, сложностей с доступом к серверу, которые затрудняют или создают невозможность для пользователей обрабатывать информацию, содержащуюся в базах.

В общем случае для решения этих задач в дополнение к основным, рассмотренным выше, можно воспользоваться такими способами, как:

- создание защищенного сервера или платформы баз данных, с собственными системами аудита и мониторинга;

- ограничение физического доступа к компьютерам, на которых находятся элементы БД, и ограничение прав доступа пользователей при помощи программных решений;

- обеспечение наличия системы резервного копирования и восстановления базы после сбоев;

- исключение возможности запуска любых программ или процессов на сервере с БД.

Этот комплекс ограничений снизит риск неправомерного доступа к БД и позволит решить проблему безопасности информации и подтверждения ее достоверности аудиторам в необходимых случаях.

Эксплуатацию ПК «АСППР «СПРУ-СК» следует осуществлять при выполнении условий:

1. Создание общей базы исходных событий для возможности обмена информацией между системами управления различными КОВР.
2. Создание типовых алгоритмов действий в определенных ситуациях для снижения роли человека-оператора и, соответственно, уменьшения влияния на процесс управления «человеческого фактора».

Это позволит повысить качество процессов взаимодействия между кораблями внутри соединения ОВР, а также между соединениями. И, конечно, для повышения надежности и быстродействия системы, а также расширения ее возможностей требуется проводить своевременную модернизацию элементной базы.

3.2. Обоснование требований в проект ТЗ на выполнение ОКР

В качестве результата исследований, в т.ч. в виде основной формы - НИР, обычно представляется отчет о НИР (выполняется по ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления»). Также одним из результатов НИР может являться техническое задание (ТЗ) на выполнение ОКР.

ОКР – опытно-конструкторская работа – комплекс мероприятий, направленных на разработку конструкторской и технологической документации, изготовление по ним опытного образца, а также проведение испытаний опытного образца изделия с последующей корректировкой документации и принятием решения о возможности серийного изготовления продукции.

Основанием для выполнения ОКР являются техническое задание и договор на выполнение ОКР.

Схематично взаимосвязь НИР и ОКР представлена на рисунке ниже:

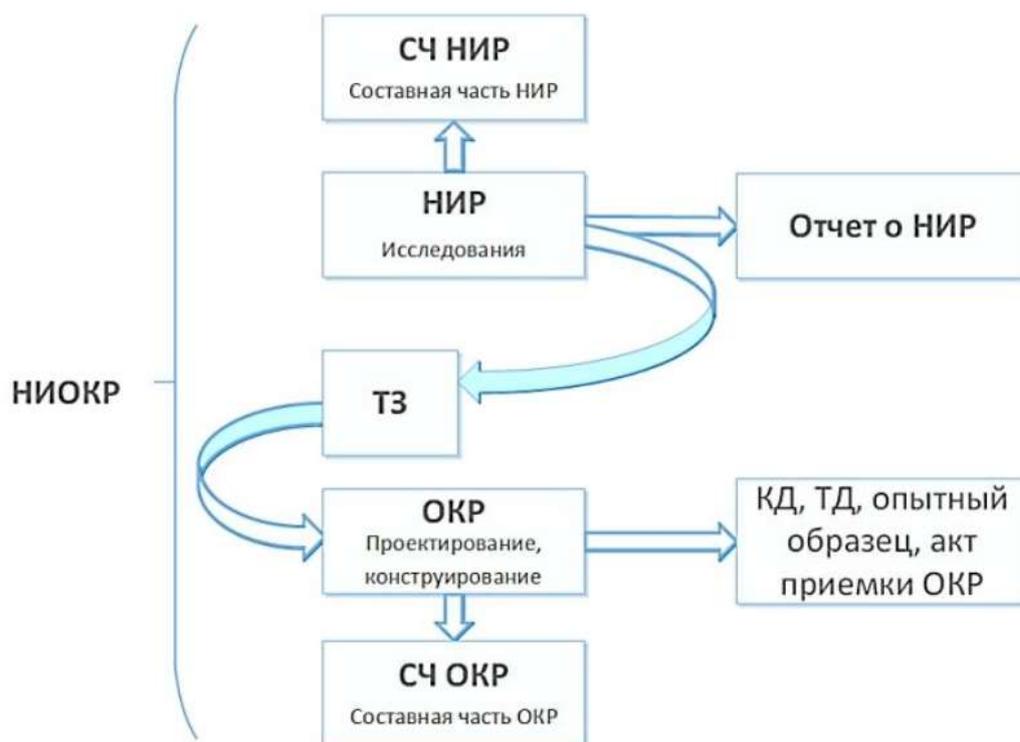


Рисунок 11 – Взаимосвязь ОКР и НИР на этапе создания АСППР «СПРУ-СК»

В зависимости от Заказчика выделяют следующие виды ОКР:

- создание продукции по государственному заказу;
- создание продукции по заказу конкретного потребителя (коммерческих структур);
- инициативные разработки продукции;
- создание продукции по государственному заказу Министерства обороны Российской Федерации.

Порядок разработки и состав ТЗ на ОКР представлены в ГОСТ 15.016-2016 [27], в соответствии с которым в рамках ВКР по обоснованию научно-технических путей создания МИСУВЗИ, к числу которых в полной мере может быть отнесен предлагаемый к созданию ПК «АСППР «СПРУ-СК», а также в порядке реализации полученных результатов исследований в Приложении П.1 приведен разработанный проект Технического задания на ОКР

«Автоматизированная система поддержки принятия решений и управления технической готовностью бригады кораблей охраны водного района Севастопольской ВМБ» (шифр «СПРУ ТГ БрКОВР»).

Автор готов и предлагает рассмотреть предлагаемый документ на конкурсной основе в установленном в ВМФ порядке.

3.3 Выводы по разделу 3

В соответствии с требованиями по внедрению цифровых технологий в различные сферы экономики Российской Федерации успешная разработка и внедрение средств и морских интегрированных автоматизированных систем управления в защищенном исполнении, аналогичных предлагаемому ПК «АСППР «СПРУ-СК», позволит повысить степень цифровизации в области принятия решений по управлению ТГ БрКОВР *за счет* минимизации и нейтрализации негативного влияния субъективных свойств лиц, принимающих решения.

Для разработки ТЗ на ОКР, как основного результата выполнения НИР и средства реализации полученных результатов исследований, был выполнен анализ соответствующего стандарта [27] и основных организационно-технических положений, относящихся к созданию МИСУВЗИ типа ПК «АСППР «СПРУ-СК», что позволило сформулировать проект ТЗ на выполнение ОКР по его созданию, испытанию и использованию в обеспечение повышения качества и эффективности управления технической готовностью кораблей ВМФ и их соединений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения ВКР на тему «Автоматизированная система управления технической готовностью бригады кораблей охраны водного района» были решены поставленные в Задание на ВКР задачи и получены следующие основные результаты:

1. Анализ источников в предметной области показал, что поставленная в ВКР задача обоснования структуры, состава и алгоритмов автоматизированной системы поддержки принятия решений и управления мониторингом и обеспечением технической готовности Бригады кораблей охраны водного района в настоящее время является весьма актуальной по причине *практического отсутствия подобных систем в ВМФ*. Это практически не позволяет в реальном масштабе времени (непрерывно) оценивать в автоматизированном режиме состояние ТГ КОВР, а, тем более, соединения КОВР, сведенное в один системный (агрегированный) показатель качества.

2. Разработаны методика выполнения ВКР и концепция исследовательского проектирования систем мониторинга и управления технической готовностью бригады кораблей охраны водного района *на основе анализа и автоматизированной поддержки реализации требований Корабельного Устава ВМФ России в части технической готовности корабля и соединения кораблей охраны водного района за счет автоматизированного сбора данных о состоянии технических средств и оружия, их нормирования, агрегирования с использованием специально разработанной системы критериев, мониторинга и контроля*.

3. Квалиметрический анализ средств и технологий класса АСППР, СПРУ, СОТМУ показал, что основными задачами систем класса АСППР применительно к условиям управления ТГ БрКОВР являются:

- систематизация разнородных данных, включая организационные и технические, и необходимость оптимизации форм их представления лицам, обосновывающим и принимающим решения (операторам);

- снижение психофизиологической нагрузки на операторов *за счет* максимального охвата сбора данных контурами автоматизации и автоматической оценки уровня ТГ *путем* агрегирования исходных данных;

- минимизация влияния ЧФ на качество принимаемых управленческих решений *путем* максимальной автоматизации и мониторинга обстановки в целом по ТГ КОВР и их соединению.

4. Обоснованы системные требования и технические пути решения задач, предъявляемые к СПРУ-СК, включая:

- возможность управления уровнем ТГ БрКОВР в реальном масштабе времени;

- полнота соответствия требованиям РД по вопросам обеспечения ТГ корабля и соединения кораблей;

- квалиметрическая оценка ТГ КОВР и БрКОВР по источникам объективных (в автоматическом режиме) и достоверных (в автоматизированном режиме) данных;

- формирование и актуализация баз данных (архивирование данных) для прогнозирования значений контролируемых параметров.

5. Разработана структурно-функциональная модель и архитектура СПРУ ТГ отдельных КОВР и БрКОВР, *отличающаяся* от известных, системной целостностью и соответствием требованиям Корабельного устава ВМФ, квалиметрической «замкнутостью» (сведением к единому показателю качества (уровня) ТГ БрКОВР).

6. На основании [2] предложена система критериев и показателей (рис.5-6) для системной оценки уровня ТГ КОВР и БрКОВР, что позволило применить метод агрегирования ЧПК.

7. В результате исследовательского проектирования выполнено

квалиметрическое сравнение и анализ 5 альтернативных вариантов, включая синтезированные варианты (СПРУ-2 и СПРУ-3) с использованием метода корневой чувствительности и принятый в качестве оптимального для реализации при проектном значении, как показали результаты численного эксперимента, агрегированного показателя качества АПК=87,79%.

8. Разработан макетный образец ПК «СПРУ-СК», состоящий из двух связанных между собой программных модулей: для оценки АПК КОВР по разработанной системе критериев и для оценки АПК БрКОВР по результатам оценки отдельно взятых тактических единиц из состава соединения, обеспечивающий возможность моделирования алгоритма работы рассматриваемой АСППР типа «СПРУ-К и «СПРУ-СК».

9. С использованием ПК «СПРУ-СК» исследованы алгоритмы оценки АПК для КОВР и БрКОВР, позволяющие сделать вывод о необходимости реализации гармонического алгоритма оценки АПК.

10. Результаты экспериментальной апробации и сравнительной оценки предложенных вариантов ПАК «СПРУ-СК» показали:

- возможность реализации требований к АСППР для управления ТГ КОВР и БрКОВР при сравнительно малых ресурсных затратах на создание, освоение и использование данного программного средства;
- возможность учета различных особенностей КОВР и БрКОВР;
- ряд положительных свойств использования АСППР для решения задачи по поддержанию требуемого уровня ТГ БрКОВР, включая доступность при обучении, удобство интерпретации результатов для различных категорий пользователей;
- наличие специфических (слабых) свойств использования АСППР для решения задачи по поддержанию требуемого уровня ТГ БрКОВР, включая необходимость усиления и контроля режима разграничения доступа для наиболее значимых (системных) данных по агрегированным показателям качества, соответствующим уязвимостям;

- перспективность данного направления развития ПК «АСППР СПРУ-СК», включая возможность масштабирования данного технологического решения как на боевые, так и обеспечивающие задачи, как на задачи соединений, так и задачи флотов и ВМФ в целом, как на задачи ТГ, так и другие задачи ВМФ в целом.

11. В порядке основной рекомендации по использованию результатов настоящих исследований разработан проект ТЗ на ОКР в соответствии с обоснованной структурой СПРУ-СК, предусматривающий создание опытного образца перспективной АСППР управления ТГ БрКОВР Севастопольской ВМБ КЧФ при КС-2,37 в течение порядка 2 месяцев и при стоимости выполнения работ по ОКР порядка (300...340) тыс. руб., исходя из трудозатрат порядка 4 чел.-месяца и затрат на оборудование 60 тыс. руб. и без учета накладных расходов.

Автор готов и предлагает рассмотреть предлагаемый документ на конкурсной основе в установленном в ВМФ порядке.

Использование предлагаемой в ВКР АСППР «СПРУ-СК» позволит, по нашему мнению, существенно повысить качество принимаемых управленческих решений, целесообразность и эффективность мер по поддержанию заданной степени ТГ отдельных кораблей и соединений кораблей.

Изложенное позволяет автору утверждать, что поставленные в Задании задачи решены, а цель ВКР достигнута.

Магистрант ФКЭиА СПбГМТУ

П.С. Прудниченко

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Чернавин В.Н. (гл. ред.) Военно-морской словарь. — М.: Военное издательство, 1990.
2. Корабельный устав ВМФ. – М.: Военное издательство, 2001.
3. Шилов К.Ю. (Гл. ред.) Автоматизация процессов борьбы за живучесть корабля, судна// Коллективная монография – Санкт-Петербург: ИАП БЖКС, эл. изд. второе, испр. и доп., 2016 – 491 с.
4. ГОСТ 19176-85. Межгосударственный стандарт. Системы управления техническими средствами корабля. – Москва, 1987.01.01.
5. Алексеев А. В. Концептуальные аспекты управления развитием критических объектов морской техники и морской инфраструктуры // Морские интеллектуальные технологии. Научный журнал № 2 (28) Т.1, 2015, с. 47 — 57.
6. Волков В. И., Тычинин И. Ю., Алексеев А. В. Анализ системных аспектов управления развитием критических объектов морской техники и морской инфраструктуры // Региональная информатика и информационная безопасность. Сборник трудов. Выпуск 1 / СПОИСУ. — СПб., 2015, с. 153—159.
7. Ушакова Н. П., Москаленко В. А., Алексеев А. В. Требования к информационной поддержке командира корабля в современных условиях // Региональная информатика (РИ-2014). XIV Санкт-Петербургская международная конференция "Региональная информатика (РИ-2014): Материалы конференции / СПОИСУ — СПб, 2014, с. 483—484.
8. Алексеев А.В., 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.
9. Алексеев А.В., Поляничко В.В. Оценка качества и конкурентной способности систем поддержки принятия решений корабля, судна /

- Материалы XVII Международной научно-практической конференции МОРИНТЕХ-ПРАКТИК «Информационные технологии в судостроении – 2016», 16.06.2016. – СПб.: СЗ «Северная верфь», ИЦ «MARINCONF» 2016, с. 71 – 76.
10. Алексеев А.В., Прудниченко П.С. Система информационно-аналитической поддержки управления обеспечением безопасной эксплуатации технических средств и оружия корабля в составе соединения // Региональная информатика (РИ-2020). XVII Санкт-Петербургская международная конференция "Региональная информатика (РИ-2020): Материалы конференции / СПОИСУ — СПб, 2020, с. 187—189.
 11. Постановление Правительства Российской Федерации от 21 февраля 2008 г. № 103 г. Москва "О федеральной целевой программе "Развитие гражданской морской техники" на 2009 - 2016 годы"
 12. ГОСТ 15.101-98. Межгосударственный стандарт. Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ.
 13. Электротехнические системы кораблей и судов: этапы развития, автоматизация. Концепция электрического корабля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://controlengrussia.com/otraslevye-resheniya/e-lektrotehnicasie-sistemy-korablej-i-sudov/>, свободный – (02.03.2021)
 14. Системы поддержки принятия решений [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tstu.ru/book/elib3/mm/2017/maistrenko/t6.html>, свободный – (02.03.2021)
 15. Соколовский П.С. Система информационной поддержки принятия решений и управления командира электромеханической боевой части подводной лодки. - СПбГМТУ, ВКР, 2015. – 87 с.
 16. Солуянов В.А. Распределенный ситуационный центр борьбы за живучесть корабля, судна. – СПбГМТУ, ВКР, 2019. – 68 с.
 17. Хованов Н.В. Анализ и синтез показателей при информационном дефиците. – СПбГУ – СПб, 1996

18. Абакаров А.Ш., Сушков Ю.А. Программная система поддержки принятия решений «MPRIORITY». – СПбГУ – СПб, 2005
19. Алексеев А.В., Фролов А.А. Концептуальное обеспечение развития технологий и управления информационной безопасностью крупных автоматизированных информационных систем /Сб. докл. IV Всероссийской конференции «Обеспечение информационной безопасности. Региональные аспекты. 2005», 13-17.09.2005, Сочи. – М.: Академия информационных систем, 2005, с. 88 - 91.
20. Алексеев А.В., Воробьев В.И. Информационное противоборство: 20 лет концептуального и технологического развития // Региональная информатика и информационная безопасность. Сборник трудов. Выпуск 1 / СПОИСУ. – СПб., 2015, с. 153 - 159.
21. 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.
22. Еникеев А.И. Система информационной поддержки принятия решений и управления командира электромеханической боевой части МРК проекта 22800. – СПбГМТУ, ВКР, 2019. – 59 с.
23. Алексеев А.В. Моделирование процессов создания и эксплуатации морской техники (МПСЭ МТ). Курс лекций
24. Требования к оперативности, непрерывности и обоснованности управления [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/896634/page:12/>, свободный – (20.03.2021)
25. ГОСТ Р ИСО 9241-210-2016. Национальный стандарт Российской Федерации. Эргономика взаимодействия человек-система.
26. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации», 04.06.2019
27. ГОСТ 15.016-2016. Межгосударственный стандарт. Система разработки и постановки продукции на производство. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению.

- 28.Хруцкий О.В. Техническая диагностика: учебник. Издание 2-е, исправленное и дополненное – СПбГМТУ, 2018. – 262 с.
- 29.Туркин И.И. Современные технологии автоматизации судов. Курс лекций

ПРИЛОЖЕНИЯ

П.1 ПРОЕКТ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКОЙ РАБОТЫ

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
предприятия-заказчика

_____ Х.Х. Хххххххх
«_____» _____ 2021 г.

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
предприятия-исполнителя

_____ Х.Х. Хххххх
«_____» _____ 2021 г.

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
предприятия-изготовителя

_____ Х.Х.Хххххххх
«_____» _____ 2021 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № ...

на разработку Автоматизированной системы управления технической
готовностью Бригады кораблей охраны водного района
(шифр – «СПРУ-СК»)

2021 г.

1 Наименование, шифр ОКР, основание, исполнитель и сроки выполнения ОКР

1.1 Наименование ОКР: Разработка автоматизированной системы управления технической готовностью Бригады кораблей охраны водного района.

1.2 Шифр ОКР: «СПРУ-СК».

1.3 Основание для выполнения ОКР: договор между ... и на разработку ...от XX xxxxxx 200X г. №

1.4 Исполнитель ОКР: ЗАО «XXX», г. Хxxxxxxxx..

1.5 Срок выполнения ОКР: XX xxxxxx 200X г.

2 Цель выполнения ОКР, наименование и индекс изделия

2.1 Целью ОКР является разработка программного комплекса АСППР для БрКОВР.

2.2 Наименование и индекс образца: ПК «СПРУ-СК».

3 Технические требования к изделию

3.1 Требования к системе в целом:

- система должны включать в себя элементы, необходимые для ее функционирования по назначению, в составе одного типового автоматизированного рабочего места оператора (АРМ) с выбором одного из режимов функционирования - АРМ-К (командир), АРМ-п (оператор) при их числе в составе СПРУ-СК до N=32 (уточняется по числу объектов);

- в качестве источников информации должны использоваться любые из источников, подключенных к информационно-коммуникационной сети (ИКС) соединения кораблей и их общем количестве до 1320 (по числу корабельных датчиков и источников данных), включая источники верхнего уровня в соответствии с установленным регламентом;

- должна быть предусмотрена возможность единовременного управления системой только с АРМ-К (командира бригады) как в стационарном, так и в мобильном варианте (параметры уточняются);

- количество пользователей с АРМ-К и АРМ-п ограничить 4-мя лицами (по числу вахт), назначаемых решением командира бригады;
- обеспечение безопасности при монтаже, наладке, эксплуатации, обслуживании и ремонте ТС системы (защита от воздействия электрического тока, электромагнитных полей) с соответствующими регламентами;
- регламентное обслуживание системы должно проводиться не чаще одного раза в год с возможностью использования удаленного доступа;
- информация, используемая в системе, должна быть защищена от несанкционированного доступа, а на выходе АСППР – ограниченного доступа с персональной ответственностью пользователей за защиту данных;
- система должна сохранять информацию при потере питания;
- система должна иметь режим проверки работоспособности всех ее элементов с цикличностью не реже 10 минут;
- система должна функционировать в диапазоне температур окружающей среды $\pm 40^{\circ}\text{C}$;
- время освоения системы оператором не должно превышать 24 часов.

3.2 Требования к функциям (задачам), выполняемым системой:

- 3.2.1 Способность системы осуществлять сбор информации от датчиков при общем числе до 750 по требуемым параметрам с заданной частотой;
- 3.2.2 Способность системы сигнализировать о выходе значений контролируемых параметров за допустимые пределы по 4 задаваемым уровням с цветовым кодированием;
- 3.2.3 Способность системы синтезировать варианты проектных и управленческих решений по приведению значений контролируемых параметров в рабочий диапазон при их адекватности не ниже 100%;
- 3.2.4 Способность системы сохранять регистрируемые значения параметров на срок до 240 циклов регистрации (2 вахтенные смены);
- 3.2.5 Способность системы прогнозировать значения регистрируемых параметров с максимальной точностью по 4...16 точкам предыдущих данных.

3.3 Требования к видам обеспечения:

3.3.1 Требования к математическому обеспечению:

3.3.1.1 Возможность агрегирования данных по выбору операторов, включая аддитивный, мультипликативный и гармонический алгоритм.

3.3.1.2 Алгоритм синтеза проектов решения – дискреционный (по типу «Если ..., то ...»), реализующий требования всего комплекса требований, приведенных в организационно-распорядительной и нормативно-методической документации, начиная с Корабельного устава ВМФ. Перечень документов выдается Заказчиком в виде приложения к настоящему документу до его утверждения.

3.3.2 Требования к информационному обеспечению:

3.3.2.1 Обеспечение информационной совместимости с информационно-коммуникационной системой (ИКС) БрКОВР Севастопольской ВМБ;

3.3.2.2 Обеспечение конфиденциальности, целостности и доступности используемой информации в соответствии с установленным регламентом ИКС БрКОВР Севастопольской ВМБ;

3.3.2.3 Предусмотреть возможность восстановления данных при отказе СПРУ при времени восстановления не более 20 минут и времени безотказной работы не менее 365 дней.

3.3.3 Требования к лингвистическому обеспечению системы:

3.3.3.1 Должна быть предусмотрена возможность цветового 4-х уровневого кодирования данных при мониторинге с управляемым вводом уровней кодирования;

3.3.4 Требования к программному обеспечению системы:

3.3.4.1 Возможность согласования вновь разрабатываемых программных средств с фондом алгоритмов и программ ВМФ после сдачи СПРУ в эксплуатацию по отдельному договору.

4 Техничко-экономические требования

4.1 В рабочей конструкторской документации должен быть приведен расчет себестоимости изготовления опытного и серийного образцов типового Автоматизированного рабочего места СПРУ.

4.2 Конкурентная способность ПК «СПРУ-СК», рассчитываемая по агрегированному показателю качества с учетом ресурсных затрат, в сопоставлении с вариантом исследовательского проектирования «В.4-СПРУ» должна быть не ниже 1,08.

5 Требования к видам обеспечения

5.1 Требования к метрологическому обеспечению

5.1.1 Единицы физических величин, их обозначение и наименование в документации на изделие должно соответствовать ГОСТ 8.417-2002. Результаты измерений должны выражаться в установленных единицах величин и представляться с указанием значений характеристик погрешности измерений.

5.1.2 Терминология в области метрологического обеспечения изделия должна соответствовать РМГ 29-99.

5.1.3 Метрологическое обеспечение испытаний изделия должно соответствовать ГОСТ РВ 8.570-98. Испытательное оборудование должно быть аттестовано в соответствии с ГОСТ Р 8.568-97.

5.2 Требования к программному обеспечению

5.2.1 Программное обеспечение изделия должно обеспечивать реализацию всех функций, приведенных в настоящем техническом задании.

5.2.2 Программное обеспечение изделия должно работать под управлением операционной системы Windows.

5.2.3 Стороннее программное обеспечение, используемое в изделии, должно быть лицензированным.

5.2.4 Программное обеспечение изделия должно быть защищено от несанкционированного использования.

6 Требования к сырью, материалам и комплектующим изделиям

6.1 В изделии не должны применяться остродефицитные материалы и комплектующие изделия, включая импортные изделия.

6.2 Используемые материалы не должны выделять, токсичных и взрывоопасных веществ во всех режимах работы и в нерабочем состоянии.

7 Требования к консервации, упаковке и маркировке

7.1 Изделие консервации и переконсервации не подлежит.

7.2 Готовое изделие должно быть упаковано в транспортную тару из гофрокартона.

7.3 Запасные части должны быть упакованы в отдельную коробку.

7.4 На каждом блоке изделия должна быть нанесена маркировка, проставлены клейма или пломбы в местах, предусмотренных сборочной документацией, свидетельствующие об их приемке ОТК.

8 Требования к учебно-тренировочным средствам

8.1 ПК «СПРУ-СК» должен предусматривать тренажерный режим. Учебные и тренировочные средства, а также электронное техническое руководство должны использовать интерактивный режим.

9 Специальные требования

9.1 Специальные требования к изделию не предъявляются.

10 Этапы выполнения ОКР

10.1.1 Этапы выполнения ОКР определяются календарным планом работ, являющимся неотъемлемой частью договора между ... и на разработку системы мониторинга и управления технической готовностью Бригады кораблей охраны водного района от ХХ хххххх 2021 г. №

11 Порядок выполнения и приемки этапов ОКР

11.1.1 Выполнение и приемка этапов ОКР должны производиться в соответствии с требованиями ГОСТ РВ 15.203-2001 — «Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Порядок выполнения опытно-конструкторских работ по созданию изделий и их составных частей».

От Заказчика

Ххххххх Х.Х.

От Исполнителя

Ххххххх Х.Х.

II.2 ПРЕЗЕНТАЦИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВКР



Санкт-Петербургский Государственный
Морской Технический Университет
Факультет корабельной энергетики и автоматике
Кафедра судовой автоматике и измерений

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТЬЮ БРИГАДЫ КОРАБЛЕЙ ОХРАНЫ ВОДНОГО РАЙОНА

Выполнил: магистрант группы 2261 Прудниченко Пётр Сергеевич
Руководитель: д.т.н., профессор Алексеев Анатолий Владимирович

Санкт-Петербург, 2021

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ВКР

Цель: Разработка и обоснование предложений по созданию и эксплуатации Системы поддержки принятия решений и управления (СПРУ) в составе АСУ технической готовностью (ТГ) Бригады кораблей охраны водного района (БрКОВР) применительно к условиям Севастопольской военно-морской базы (СевВМБ) ДКЧФ.

Задачи:

1. Анализ факторов, влияющих на ТГ БрКОВР, основных требований, задач и тенденций развития систем класса АСППР при решении задач управления ТГ БрКОВР.
2. Теоретические исследования и исследовательское проектирование структуры, состава и функционирования АСППР класса СПРУ при управлении ТГ КОВР и БрКОВР.
3. Экспериментальные исследования возможности создания, оптимизации параметров и программно-аппаратной реализации ПАК АСППР типа «СПРУ-СК».
4. Разработка рекомендаций по использованию результатов исследований, созданию и эксплуатации ПК АСППР в варианте «СПРУ-СК».
5. Разработка и обоснование проекта ТТЗ на ОКР по созданию АСППР «СПРУ-СК».

2

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

- Тенденция возрастания сложности построения и эксплуатации объектов морской техники и инфраструктуры
- Многокритериальность ТГ кораблей и их соединений
- Возрастание влияния и роли ЧФ в современных условиях
- Необходимость автоматизации процессов контроля ТГ БрКОВР
- Возможность реализации новых возможностей ИТ
- Интеллектуализация АСППР
- Востребованность на флотах



ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ АСППР

- Сбор, систематизация и актуализация данных для управления ТГ КОВР
- Представление операторам (офицерам) наиболее значимой информации в максимально удобной для восприятия форме для обеспечения оптимального принятия решений по управлению ТГ КОВР и их соединений
- Информационная, информационно-аналитическая и интеллектуальная поддержка принятия (синтез) решений операторов по управлению ТГ БрКОВР
- Снижение психофизиологической нагрузки на операторов (ЛПР, ЛОР, ЛПР) при выполнении задач по обеспечению и поддержке заданной степени ТГ
- Минимизация негативного влияния субъективных факторов (ЧФ) операторов

4

СВОЙСТВА И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА АСППР

Системные свойства:

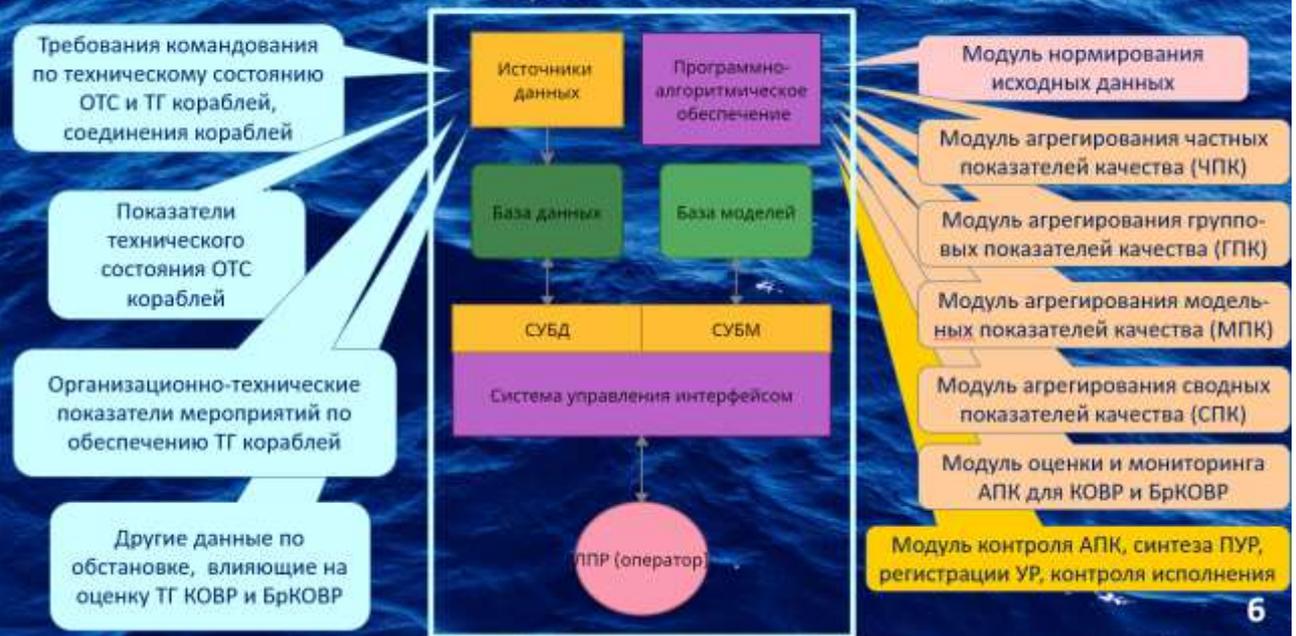
1. Качество АСППР по обеспечению управления ТГ
2. Инвариантность к специфике задач
3. Степень автоматизации (роботизации) задач АСППР
4. Интегрируемость АСППР
5. Масштабируемость АСППР
6. Оперативность управления ТГ
7. Достоверность используемых данных при управлении ТГ
8. Устойчивость управления ТГ
9. Скрытность управления ТГ
10. Непрерывность обеспечения управления ТГ КОВР и БрКОВР
11. Ресурсоемкость АСППР

Основные показатели качества:

- Агрегированный показатель качества (АПК)
- Своевременность представления ПУР
- Адекватность проектов решений (ПУР)
- Достоверность оценки состояний КОВР
- Полнота видов информационной поддержки
- Устойчивость к внешним и внутр-м факторам
- Полнота учета специфики КОВР, БрКОВР
- Актуальность данных в БДЗ АСППР
- Надежность функционирования АСППР

5

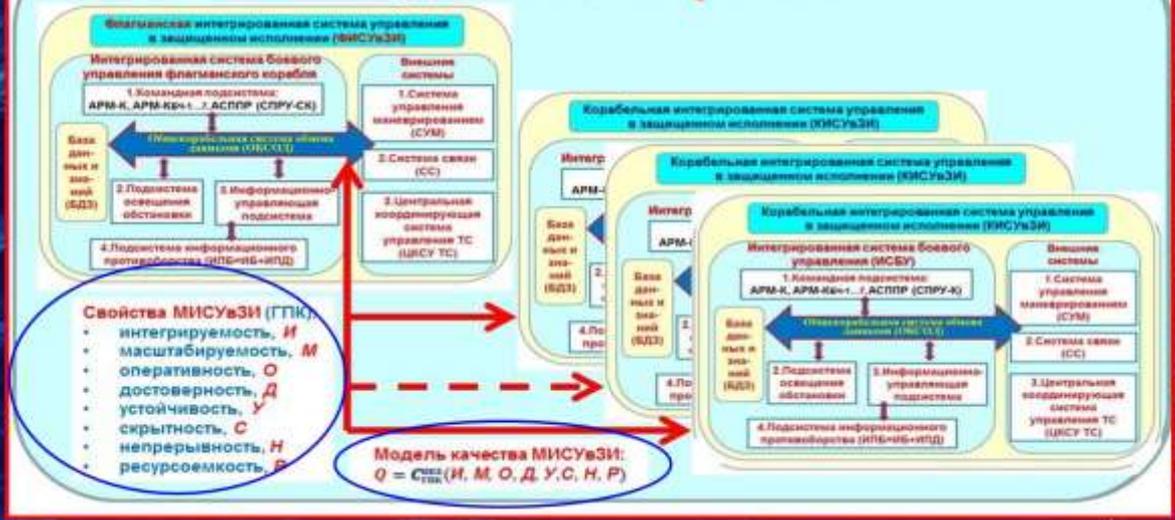
СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СПРУ



6

Морская интегрированная система управления в защищенном исполнении (МИСУвЗИ)

Соединение кораблей



Структурно-графические модели АПК «Техническая готовность корабля» и «Техническая готовность соединения (БрКОВР)»

АПК «СПРУ-К»: ТЕХНИЧЕСКАЯ ГОТОВНОСТЬ КОРАБЛЯ	
Критерий и размерность оценки фактора	Важность
1. Техн-я готовность к использо-анию, %	45%
1.1. ТГ корпуса, %	15%
1.2. ТГ оружия, %	30%
1.3. ТГ технических средств (ТС), %	15%
1.4. ТГ средств БК, %	25%
1.5. Состояние уровней ФП (защ и скрыт), %	10%
1.6. Укомплектованность О-ЗМП-МТС, %	5%
2. Исправность и грамотная эксплуатация корпуса, ОнТС, качество ЭД%	25%
3. Своевременность и качество технического обслуживания (ТО), %	20%
3.1. ППТО (планово-предупредит-е), %	25%
3.2. ППР (планово-предупр. ремонты), %	25%
3.3. МПР (межлоходовые), %	20%
3.4. НР (навигационные ремонты), %	20%
3.5. Обслуживание по тех состоянию, %	10%
4. Сохраняемость корабля, %	5%
5. Другие показатели ТГ корабля, %	5%
АПК "Ожидаемая ТГ корабля"(ТГ), %:	
АПК "Фактическая ТГ корабля"(ТГф), %:	

АПК «СПРУ-СК»: ТЕХНИЧЕСКАЯ ГОТОВНОСТЬ БрКОВР	
Критерий и размерность оценки фактора	Важность
1. Техническая готовность БрКОВР к применению, %	45%
1.1. МПК-1, %	20%
1.2. МПК-2, %	20%
1.3. МПК-3, %	20%
1.4. МПЦ-1, %	15%
1.5. МПЦ-2, %	15%
1.6. УТК "Тедест", %	10%
2. Исправность и грамотная эксплуатация ОнТС БрКОВР, качества ЭД%	25%
3. Своевременность и качество технического обслуживания (ТО)	20%
3.1. ППТО (планово-предупредит-е), %	25%
3.2. ППР (планово-предупр. ремонты), %	25%
3.3. МПР (межлоходовые ремонты), %	20%
3.4. НР (навигационные ремонты), %	20%
3.5. Обслуживание по тех состоянию, %	10%
4. Сохраняемость КОВР, %	5%
5. Другие показатели ТГ БрКОВР, %	5%
АПК "Ожидаемая ТГ БрКОВР"(ТГс), %:	
АПК "Фактическая ТГ БрКОВР"(ТГсф), %:	

БАЗОВЫЕ АЛГОРИТМЫ ОЦЕНКИ АПК

Гармонический алгоритм агрегирования (известный по методу гармонической оптимальности):

$$Q^Г = [Q^A(w_n, q_n) \times Q^M(w_n, q_n)]^{1/2}$$

Аддитивный алгоритм агрегирования (известный по методу равномерной оптимальности А.Н. Крылова):

$$Q^A = \sum_{n=1}^N (w_n \times q_n)$$

Мультипликативный алгоритм агрегирования (известный по методу сравнительного компромисса Д.Нэша):

$$Q^M = \prod_{n=1}^N q_n^{w_n}$$

9

Основные экранные формы МДО ПК «СПРУ-СК»

Критерий и размерность оценки фактора	Важность	Лич-во, %	17.3.21
1. Техническая готовность к использованию, %	45%	88,0	89,1
1.1. ТГ корпуса, %	15%	87	88,5
1.2. ТГ оружия, %	30%	88	90,1
1.3. ТГ технических средств (ТС), %	15%	87	89,2
1.4. ТГ средств БЖ, %	25%	90	89,9
1.5. Состояние уровней ФП (защ и окр), %	10%	88	87,9
1.6. Укомплектованность О-ЗИП-МТС, %	5%	85	83,1
2. Исправность и грамотная эксплуатация корпуса, ОиТС, %	25%	90	89,7
3. Своевременность и качество технического обслуживания (ТО), %	20%	88,1	87,6
3.1. ППТО (планово-предупр. ремонты), %	25%	87	87,9
3.2. ППР (планово-предупр. ремонты), %	25%	88	88,2
3.3. МПР (мехлоходовые), %	20%	90	89,5
3.4. НР (навигационные ремонты), %	20%	87	86,6
3.5. Обслуживание по тех. состоянию, %	10%	90	88,9
4. Сохраняемость корабля, %	5%	88	89,8
5. Другие показатели ТГ корабля, %	5%	90	92,0
АПК "Ожидаемая ТГ корабля" (ТГ), %:		88,6	
АПК "Фактическая ТГ корабля" (ТГф), %:			89,1

Автоматизированная оценка ТГ корабля

Автоматизированная оценка ТГ соединения кораблей

Мониторинг обстановки по ТГ БрКОВР

Критерий и размерность оценки фактора	Важность	Лич-во, %	17.3.21
1. Техническая готовность БрКОВР и его элементов, %	40%	87,88	87,7
1.1. МРБС, %	20%	87,1	87,1
1.2. МРБС, %	20%	89,8	88,1
1.3. МРБС, %	20%	87,9	87,8
1.4. МРБС, %	10%	87,7	88,8
1.5. МРБС, %	10%	87,5	87,8
1.6. МРБС, %	10%	87,5	88,8
2. Исправность и грамотная эксплуатация ОиТС БрКОВР, количество БЖ, %	20%	87,90	84,07
3. Своевременность и качество технического обслуживания (ТО), %	20%	88,20	88,28
3.1. ППТО (планово-предупр. ремонты), %	20%	88,0	87,10
3.2. ППР (планово-предупр. ремонты), %	20%	88,0	87,34
3.3. МПР (мехлоходовые ремонты), %	20%	89,0	88,83
3.4. НР (навигационные ремонты), %	20%	88,0	86,12
3.5. Обслуживание по тех. состоянию, %	10%	90,0	86,34
4. Сохраняемость БрКОВР, %	5%	90,00	90,83
5. Другие показатели ТГ БрКОВР, %	5%	90,00	93,52
АПК "Ожидаемая ТГ БрКОВР" (ТГ), %:		88,03	
АПК "Фактическая ТГ БрКОВР" (ТГф), %:			87,7

Критерий и размерность оценки фактора	Важность	Лич-во, %	17.3.21
1. Своевременность и качество технического обслуживания (ТО), %	80	87,7	87,7
1.1. МРБС, %	80	87,7	87,7
1.2. МРБС, %	80	87,7	87,7
1.3. МРБС, %	80	87,7	87,7
1.4. МРБС, %	80	87,7	87,7
1.5. МРБС, %	80	87,7	87,7
1.6. МРБС, %	80	87,7	87,7
1.7. МРБС, %	80	87,7	87,7
1.8. МРБС, %	80	87,7	87,7
1.9. МРБС, %	80	87,7	87,7
1.10. МРБС, %	80	87,7	87,7
2. Исправность и грамотная эксплуатация ОиТС БрКОВР, %	80	87,9	84,07
3. Своевременность и качество технического обслуживания (ТО), %	80	88,2	88,28
3.1. ППТО (планово-предупр. ремонты), %	80	88,0	87,10
3.2. ППР (планово-предупр. ремонты), %	80	88,0	87,34
3.3. МПР (мехлоходовые ремонты), %	80	89,0	88,83
3.4. НР (навигационные ремонты), %	80	88,0	86,12
3.5. Обслуживание по тех. состоянию, %	80	90,0	86,34
4. Сохраняемость БрКОВР, %	80	90,0	90,83
5. Другие показатели ТГ БрКОВР, %	80	90,0	93,52
АПК "Ожидаемая ТГ БрКОВР" (ТГ), %:		88,03	
АПК "Фактическая ТГ БрКОВР" (ТГф), %:			87,7

10

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СПРУ ТГ БрКОВР

Показатели качества АСППР (групповые и частные)	Важность, %
1. Функциональные возможности СПРУ, ГПК-1, %	30
1.1 Адекватность ПУР, %	35
1.2 Число каналов объективного контроля, ед	20
1.3 Качество контроля адекватности персонала, %	10
1.4 Качество прогнозирования данных (число используемых функций регрессии), %	15
1.5 Качество контроля выполнения требований, %	10
1.6 Другие критерии (качество), %	10
2. Оперативность управления ТГ (время принятия решения), ГПК-2, %	20
3. Эксплуатационное качество СПРУ, ГПК-3, %	30
3.1 Безопасность эксплуатации, %	20
3.2 Согласованность характеристик АСППР и оператора (эргономичность), %	25
3.3 Электронный документооборот (качество), %	20
3.4 Информационная защищенность СПРУ, %	25
3.5 Длительность цикла освоения СПРУ операторами, ч	10
4. Полнота явки поддержки ПУР операторов СПРУ, ГПК-4, ед	15
5. Прочие групповые показатели качества СПРУ, ГПК-5, %	5

11

ДИАПАЗОНЫ ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГПК-1 СПРУ ТГ БрКОВР

Критерии оценки качества	Диапазон значений
1. Функциональные возможности (ГПК-1), %	0...100
1.1 Адекватность ПУР, %	0...100
1.2 Число каналов объективного контроля, ед.	0...100
1.3 Качество контроля адекватности персонала, ед.	реализован контроль адекватности персонала 1 отсутствует контроль адекватности персонала 0
1.4 Качество прогнозирования данных (определяется числом используемых функций регрессии и глубиной аппроксимации), %	прогнозирование данных отсутствует 0 линейная регрессия 0...100 полиномиальная регрессия 0...100 гребенная регрессия 0...100 адаптивный выбор функции регрессии 100
1.5 Качество контроля выполнения требований, % (определяется количеством уровней квантования значений ЧПК...АПК). Например, при граничных значениях 85%, 80%, 50%	Выполнение требований (ВТ) 85...100 Угроза невыполнения требований (УНТ) 80...85 Невыполнение требований (НТ) 80 Угроза потери управления (УПУ) <50
1.6 Другие критерии, %	0...100

12

ОЦЕНКА ИКЧ ДЛЯ ВАРИАНТА «В.4-СПРУ»

Критерии оценки качества	$q_n, \%$	$q_n + \Delta q_n, \%$	$Q_n, \%$	$Q_n + \Delta Q_n, \%$	W, ед.	Рейтинг по ИКЧ
1. Функциональные возможности (ГПК-1)	78,87	86,78	80,87	83,19	0,3	2
1.1 Адекватность ПУР	90	99	80,87	81,72	0,11	1
1.2 Число каналов объективного контроля	121,7	133,9	80,87	81,44	0,07	3
1.3 Качество контроля адекватности персонала	90	99	80,87	81,11	0,03	5
1.4 Качество прогнозирования данных	30	33	80,87	81,10	0,03	5
1.5 Качество контроля выполнения требований	50	55	80,87	81,06	0,02	6
1.6 Другие критерии	80	88	80,87	81,10	0,03	5
2. Оперативность (время принятия решения) (ГПК-2)	110	121	80,87	82,71	0,2	3
3. Эксплуатационное качество (ГПК-3)	95,28	104,81	80,87	83,42	0,32	1
3.1 Безопасность эксплуатации	100	110	80,87	81,39	0,06	4
3.2 Согласованность характеристик АСПП и оператора (эргономичность)	100	110	80,87	81,52	0,08	2
3.3 Электронный документооборот (качество)	100	110	80,87	81,39	0,06	4
3.4 Информационная защищенность СПРУ	91,8	100,98	80,87	81,49	0,08	2
3.5 Длительность цикла освоения СПРУ операторами	75	82,5	80,87	81,10	0,03	5
4. Полнота цикла поддержки ПУР операторов СПРУ (ГПК-4)	30	33	80,87	81,67	0,1	4
5. Прочие групповые показатели качества СПРУ (ГПК-5)	100	110	80,87	81,31	0,05	5

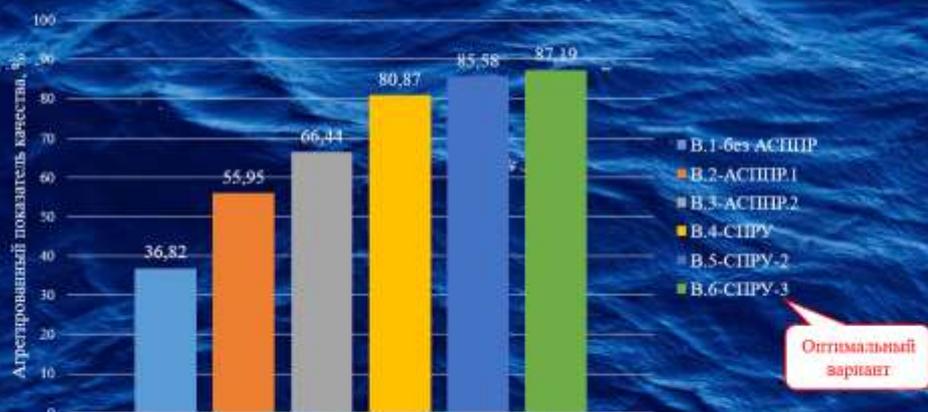
13

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВАРИАНТОВ АСПП ПРИ ИИ ВАРИАНТОВ 5 и 6

Критерии оценки качества	В.1 – без АСПП	В.2 – АСПП.1	В.3 – АСПП.2	В.4 – СПРУ	В.5 – СПРУ-2	В.6 – СПРУ-3
1. Функциональные возможности (ГПК-1), %	47,09	62,37	65,71	78,87	93,14	96,49
1.1 Адекватность ПУР, %	50	80	80	90	90	100
1.2 Число каналов объективного контроля, %	80	80	100	121,7	220	220
1.3 Качество контроля адекватности персонала, %	70	70	70	90	90	90
1.4 Качество прогнозирования данных, %	10	30	30	30	30	30
1.5 Качество контроля выполнения требований, %	25	25	25	50	50	50
1.6 Другие критерии, %	70	70	70	80	80	80
2. Оперативность (время принятия решения) (ГПК-2), %	54,57	56	100	110	110	110
3. Эксплуатационное качество (ГПК-3), %	53,38	81,44	89,61	95,28	97,35	99,75
3.1 Безопасность эксплуатации, %	50	90	96	100	100	100
3.2 Согласованность характеристик АСПП и оператора (эргономичность), %	28,6	80	90	100	100	110
3.3 Электронный документооборот (качество), %	80	80	90	100	100	100
3.4 Информационная защищенность, %	50	80	90	91,8	100	100
3.5 Длительность цикла освоения АСПП операторами, %	100	75	75	75	75	75
4. Качество поддержки ПУР операторов АСПП (ГПК-4), %	1	10	10	30	30	30
5. Прочие групповые показатели качества АСПП (ГПК-5), %	100	100	100	100	100	100
Агрегированный показатель качества (АПК, Q^2), %	36,82	55,95	66,44	80,87	85,58	87,79
Конкурентная способность, ед.	1,00	1,52	1,80	2,20	2,32	2,37

14

СРАВНЕНИЕ АКК ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ВАРИАНТОВ ПОСТРОЕНИЯ АСППР



15

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ВКР

1. Подтверждена актуальность создания АСППР для управления ТГ БрКОВР.
2. Исследованы основные задачи АСППР применительно к управлению ТГ БрКОВР.
3. Разработана структурно-функциональная модель СПРУ-СК.
4. Предложена система критериев для системной оценки уровня ТГ БрКОВР.
5. Разработан макетный образец ПК «СПРУ-СК».
6. Синтезирован и обоснован оптимальный вариант построения ПК «СПРУ-СК».
7. Разработан проект ТЗ на ОКР по созданию ПК «СПРУ-СК».

16