УДК: 629.5.015+681.518+624.04

РОБОТИЗИРОВАННЫЙ ПРОЕКТНЫЙ КОМПЛЕКС «АСОР-22»

А.В. Алексеев (Санкт-Петербург)

Введение. Одним из ключевых направлений развития современных систем автоматизации является совершенствование автоматизированных систем поддержки принятия проектных и управленческих решений (АСППР) [1, 2, 3] в части их интеллектуализации и роботизации.

При этом, развитие АСППР, пройдя этапы информационной и информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений [3, 4, 5] при их низкой интерактивности, но с быстрым доступом к необходимым данным и рядом расчетных и аналитических процедур, сегодня перешло в этап моделирования системных показателей качества, решения оптимизационных задач, построения логических выводов на основе формирования систем критериев и алгоритмов оптимизации. Причем, с минимизацией числа решений, принимаемых оператором, и максимизацией числа автоматически принимаемых решений на базе формируемой и непрерывно актуализируемой базы данных и знаний (БДЗ).

По существу, с переходом от задач интеллектуализации поддержки принятия решений к их роботизации, позволяющим «оставить» за оператором лишь решение задач целеполагания, а решение операционных задач (задач диспетчеризации, оценки обстановки, выработки альтернативных решений и выбора из них лучшего из возможных (оптимального) решения) – за «интеллектуальным автоматом» - роботом.

Назначение АСППР. Использование АСППР позволяет в условиях интенсивного развития и внедрения современных информационных технологий и тенденции критического роста сложности объектов автоматизации и их информатизации, включая объекты морской техники и морской инфраструктуры (ОМТИ), нейтрализовать негативное влияние субъективных свойств операторов, включая:

− принятие ошибочных и неэффективных управленческих решений, в том числе обусловленных недостаточным уровнем компетенций, практических навыков и накопленного опыта в условиях наращивания сложности информационного взаимодействия и нештатных данных;

− ограниченные психофизиологические возможности операторов в напряженных условиях несения вахтенной службы, сложности физико-географических условий, а, тем более, в условиях аварийных ситуаций и аварий, борьбы за живучесть корабля, судна;

− при возможном немотивированном поведении и неадекватных действиях операторов, в том числе обусловленных меркантильными и тому подобными интересами, возрастанием возможности террористических актов, криминальных факторов и других.

Состояние рассматриваемого вопроса. Проблема сложности является одной из трудно преодолимых и при решении широкого круга проектных задач. Это побуждает активно развивать современные АСППР на основе формирования квалиметрических баз данных и знаний (КБДЗ), моделирования процессов поддержки принятия решений с ранжированием по качеству наиболее значимых данных и вариантных проектных решений.

Исходные условия. В развитие концепции роботизации управления объектами морской техники и морской инфраструктуры (ОМТИ) применительно к задаче

создания и использования автоматизированных систем в защищенном исполнении (АСЗИ) [4] на кафедре судовой автоматики и измерений СПбГМТУ завершена разработка модели и реализующего ее программного комплекса роботизированного (квазиавтоматического с индексом автоматизированного решения задач типа задач целеполагания не более 10…15 %) анализа, синтеза и оптимизации процессов проектирования «АСОР-22».

В отличие от ранее разработанных и используемых в учебном процессе Университета программных комплексов «КРОПУР» (2013 г. [6]) и «АСОР» (2014 г. [7, 8, 9]) в роботизированном проектном комплексе (РПК) «АСОР-22» реализованы:

− автоматические оценка, анализ и ранжирование индексов корневой чувствительности (ИКЧ) для обоснования и выбора конкурентно способных вариантов (задача 6);

− автоматизированный анализ и синтез вариантов структурной (модуль "5. Структура") и параметрической оптимизации объектов проектирования (задача 7);

− автоматическое формирование отчета о результатах проектного обоснования и оптимизации вариантов систем объектов проектирования (задача 11).

Это позволяет в отличие от аналогичных автоматизированных систем поддержки принятия решений (АСПР) обеспечить когнитивное формирование и использование КБДЗ на основе технологий QSWOT-экспресс-анализа и квалиметрического АСОР-синтеза решений с ранжированием индексов корневой чувствительности. Именно их количественная оценка и анализ позволяют для организационно-технических систем практически любой сложности объективно выявлять перспективные направления и пути реализации повышения системного качества (по агрегированным (системным, интегральным) показателям) и конкурентной способности.

Вариант реализации. Для реализации названных принципов, метода и технологий использована среда открытого программирования «Excel», которая практически безальтернативно и без привлечения специалистов по программированию (с риском соответствующих ошибок погружения в сложную специфику постановки задач и их реализации) позволяет:

− согласовать «офисную» специфику решения проектных задач с возможностями данной программной среды из состава широко распространенного пакета Microsoft Office;

− в минимальное время реализовывать соответствующий вариант РПК с его адаптацией к специфике условий функционирования ОМТ и использования РПК;

− в минимальное время и практически безошибочно вносить соответствующие корректирующие изменения в программное и алгоритмическое обеспечение;

− реализовывать алгоритмы практически любой сложности при минимальных аппаратных (системных, платформенных и т.п.) и ресурсных требованиях (объем РПК составил 26 Мб);

− использовать разработанный РПК практически в любых условиях исследовательского проектирования и цифрового моделирования (эксперимента) без привлечения дополнительных ресурсных и программно-аппаратных затрат, а также разработчиков.

Далее рассмотрим пример реализации для решения задачи проектирования и оптимизации (по критерию агрегированного показателя качества – АПК) системы комплексной защиты информации (СКЗИ) в составе АСЗИ типового ОМТИ в варианте «Проектное конструкторское бюро».

На рисунке 1 приведена содержательная (основная) часть формализованной постановки задачи на проектирование СКЗИ с соответствующими требованиями (модуль «1. Задача» в составе РПК).

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Объект МТ (ОМТ): Проектно-конструкторское бюро "Лоцман" (ПКБ-Л)

Специфика ОМТ:
1. Использование на ОМТ сведений грифа "Конфиденциально"
2. Высокий уровень межличностного взаимодействия сотрудников, обмена ценной информацией и знаниями.
3. Необходимость адаптации типовой модели управления ИБ - Му-3
4. Реальная возможность наличия инсайдеров по моделям Н3
5. Высокий уровень внутренних угроз ИБ классов ОИ, СИ
6. Высокий уровень внешних угроз ИБ классов ОВ, СВ
7. Требуемый уровень обеспечения ИБ, не ниже АПК = 70%

Объект АСОР: Предложения по развитию и цифровой трансформации ОМТ класса СКЗИ в составе АСЗИ ПКБ-Л

Тип АСППР: Роботизированный проектный комплекс (РПК) АСОР-22, адаптированный к решению задачи создания СКЗИ

Цель АСОР: (Стартап-проект) Проектное обоснование и оптимизация комплекса конкуретных организационно-технических решений СКЗИ

Задачи АСОР: Моделирование процессов и исследовательское проектное обоснование выбора оптимальных вариантов решения задач:
1. Анализа условий функционирования и оценки проектного качества СКЗИ
2. Разработка системы критериев и показателей оценки проектного качества и конкурентной способности СКЗИ
3. Актуализация БДЗ и оптимальный выбор средств для включения в СКЗИ
4. Цифровое моделирование качества СКЗИ в составе АСЗИ ОМТ типа ПКБ-Л
5. Оптимизация структуры и системо-технических характеристик СКЗИ ІКБ-Л

Требования:
Актуальность данных по состоянию на: 09.02.2022
Масштаб ТОР-ряда анализа не ниже: 7
Конкурентное превосходство в сравнении с СКЗИ-МТУ не ниже 1,05
Заданное время эксплуатации ОМТИ (лет): 5
Ресурс на развитие по суммарному приросту ЧПК не более: 20%

Рис. 1 – Содержательная часть постановки задачи на проектирование СКЗИ в составе АСЗИ

Практическое использование РПК «АСОР-22» сводится к вводу заблаговременно подготовленных исходных данных из Государственного регистра сертифицированных средств защиты информации (СЗИ), которые далее автоматически обрабатываются, а результаты – ранжируются (рисунок 2) по критерию конкурентной способности в сравнении с лучшим из возможных вариантов выбора СЗИ (актуализируемых в БДЗ), включаются в состав СКЗИ в соответствии с рангом. Результаты комплексной оценки качества по системному показателю качества визуализируются в соответствии с форматом главной экранной формы (рисунок 3).

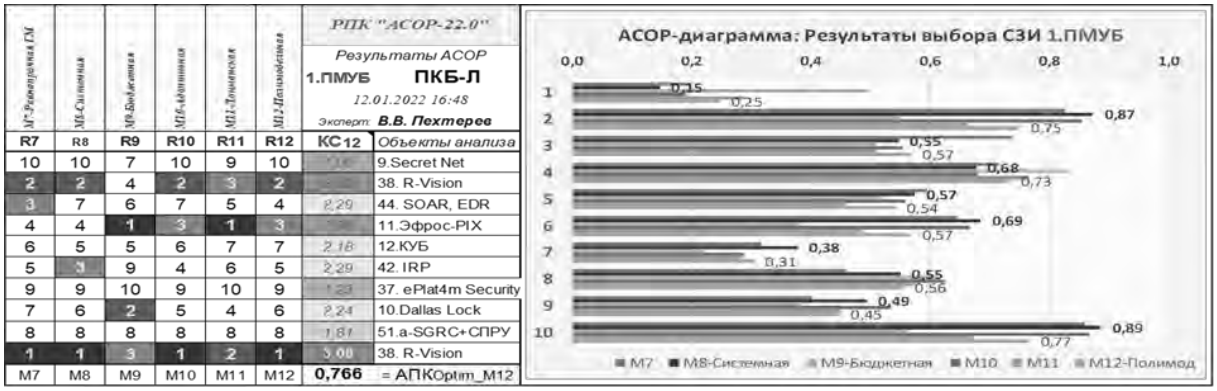

Рис. 2 – Экранная форма роботизированного анализа, синтеза и оптимизации средств подсистемы мониторинга и управления информационной безопасностью (ПМУБ) при использовании РПК «АСОР-22»

При этом, сравнение альтернативных вариантов выполняется для трех вариантов СЗИ и соответствующих вариантов СКЗИ (таблица в нижней части рис. 3): вариант 1 – базовый лучший вариант СЗИ из состава актуализируемых в БДЗ данных; вариант 2 –

оцениваемый вариант по вновь введенным данным; вариант 3 – предлагаемый РПК «АСОР-22» вариант параметрической оптимизации СЗИ с учетом автоматической оценки индексов корневой чувствительности влияния частных показателей качества на АПК (пример оценки индексов приведен на рисунке 4).

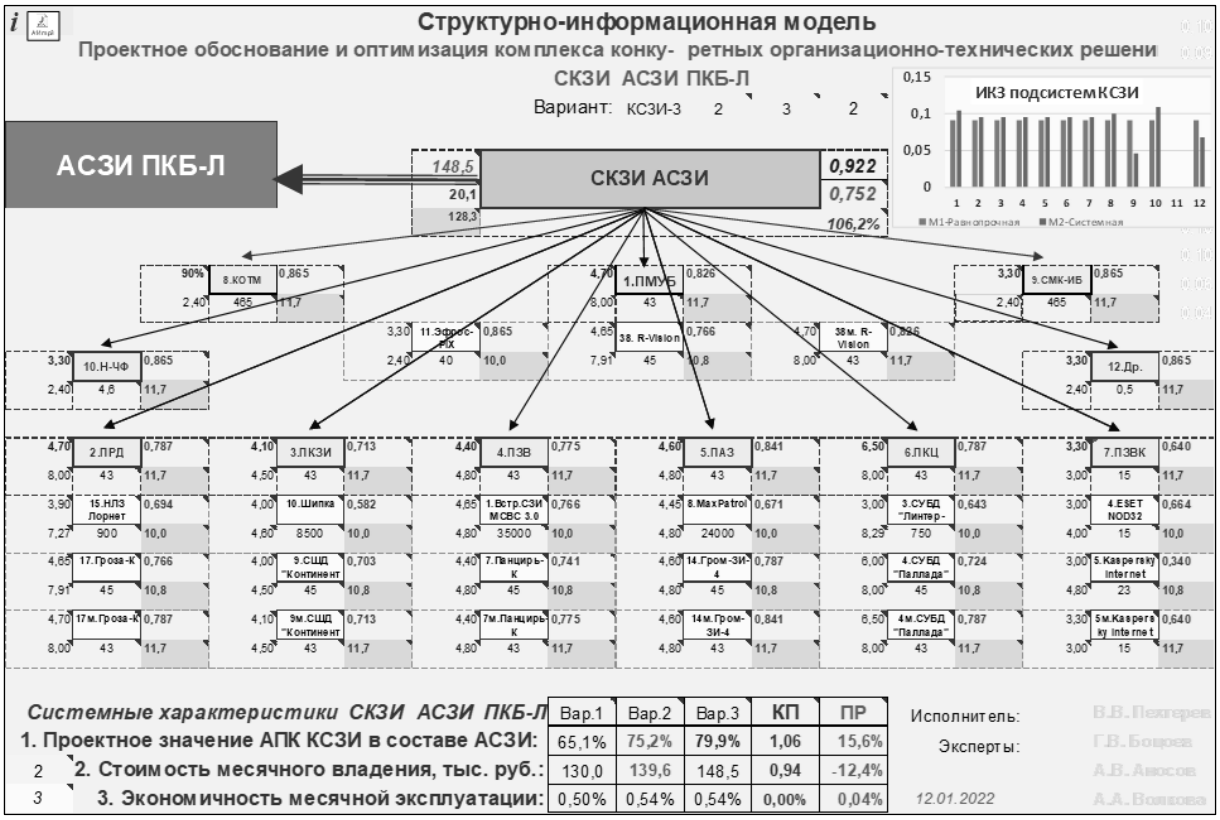

Рис. 3 – Главная экранная форма роботизированного комплекса поддержки проектных решений «АСОР-22»

В случае, если предлагаемый вариант СЗИ не конкурентно способен, он не включается в состав СКЗИ с соответствующей актуализацией данных (рисунок 3), тем не менее, оставаясь в БДЗ для расширения возможностей сравнительного анализа. Это обеспечивает непрерывную актуализацию БДЗ при одновременной вариантной оптимизации разрабатываемого варианта СКЗИ.

При этом, цифровизация структурного представления СКЗИ включает вывод, прежде всего, основных системных характеристик каждого элемента структуры и, например, для СЗИ «17. Гроза-К» (рисунок 3, левый нижний угол) включает данные: 4,65 – значение обобщенного уровня качества данного СЗИ по данным сертификации; 7,91 – агрегированный показатель качества (АПК) по данным QSWOT-экспресс-оценивания; 45 – стоимость закупки (тыс. руб.); 10,8 – стоимость месячного владения (тыс. руб.); 0,766 – проектное значение АПК по данным АСОР-оценивания.

Аналогичная структура вывода данных использована для системообразующих групповых элементов типа 1.ПМУБ – подсистема мониторинга и управления безопасностью, 2. ПРД – подсистема разграничения доступа, 3. ПКЗИ – подсистема криптографической защиты информации, 4. ПЗВ – подсистема защиты от вторжений, 5. ПАЗ – подсистема анализа защищенности, 6. ПКЦ – подсистема контроля целостности, 7. ПЗВК – подсистема защиты от вредоносных кодов, 8. КОТМ – комплекс организационно-технических мероприятий, 9. СМК-ИБ – система менеджмента качества управления ИБ, 10.Н-ЧФ – модуль (с характеристиками)

организационно-технической нейтрализации негативных свойств операторов («человеческого фактора»), 12. Др – другие модули.

Вывод данных «СКЗИ АСЗИ» включает: 148,5 – значение суммарной стоимости владения в месяц, в том числе 20,1 – суммарная стоимость закупки, приведенная к одному месяцу, 128,3 – месячная стоимость владения (денежное содержание персонала, стоимость расходных материалов, технического обслуживания, технической поддержки, ремонтов и т.п.); 0,922 – АПК СКЗИ АСЗИ; 0,752 – конкурентная способность (КС) варианта 3 по сравнению с вариантом 1; 106,2% - значение конкурентного превосходства (КП) варианта 3 СКЗИ АСЗИ в сравнении с вариантом 2.

На рисунке 4 приведен пример автоматической оценки и анализа индексов корневой чувствительности частных показателей качества варианта 2 (17.«Гроза-К») подсистемы 1.ПМУБ, используемых при параметрической оптимизации СЗИ и вариантной оптимизации СКЗИ.

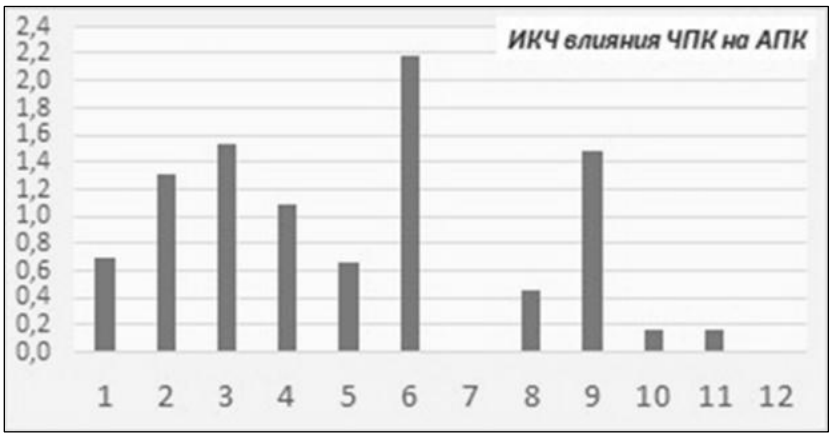

Рис. 4 – Пример оценки индексов корневой чувствительности варианта 17.«Гроза-К» в составе 1.ПМУБ, используемых при параметрической оптимизации СЗИ и вариантной оптимизации СКЗИ

Приведенные данные показывают целесообразность распределения выделенных ресурсов на развитие СКЗИ пропорционально рангу значений ИКЧ: 6. ЧКС – число каналов сигнализации; 3. КПР – качество поддержки решений; 9. ЭИ – эргономичность интерфейса; 2. QSWOT – качество СЗИ по данным QSWOT-анализа; 4. СЗ – стоимость закупки СЗИ 17.«Гроза-К».

Результаты апробации РПК **«АСОР-22»**

Анализ результатов многовариантного использования, разработанного РПК «АСОР-22» применительно к задачам ИБ показал широкие возможности исследования и проектного обоснования вариантов создания СКЗИ в различных условиях функционирования. Типовой состав используемой в РПК трехуровневой структуры СКЗИ с оценкой качества СЗИ по 12 групповым и 12 частным показателям качества при их общем числе 244 позволяет производить многокритериальную и полимодельную (по 6 моделям) оценку качества, параметрическую и вариантную оптимизацию сложных эргатических (человеко-машинных) комплексов и их систем, включая объекты морской техники и инфраструктуры.

Практическая значимость результатов

Одним из важных преимуществ разработанного РПК «АСОР-22» является инвариантность его алгоритмов и программного обеспечения к специфике объектов анализа и оптимизации, что обеспечивается перспективными возможностями выбранного при реализации квалиметрического метода с учетом его развития в рамках исследований [9, 10, 11, 12].

Перспективными направлениями использования РПК «АСОР-22» следует считать проектное обоснование системно-организационных и технологических решений, их оптимизацию и выбор как комплексных, так и отдельных технических решений с соответствующим формированием КБДЗ и обеспечением конкурентной способности и перспективности развития продукции и услуг, обоснованием и оптимизацией программ развития предприятий [1, 4, 7, 9, 11, 12].

Перспективными направлениями развития РПК «АСОР-22» является использование комплекса алгоритмов системного анализа, синтеза и оптимизации в широком классе масштабируемых задач автоматизированного управления разнородными процессами, включая поддержку принятия системных организационных и технических решений, практической отработки комплексов управленческих решений с переходом к режиму автоматического управления и роботизации управления в целом.

Заключение

Среди прорывных направлений технологического развития корабельной (судовой) энергетики и автоматики [12] перспективные технологии цифрового моделирования и проектного обоснования инновационных и инвестиционных решений (направление 7) при создании современных сложных электроэнергетических систем следует рассматривать как эффективное средство решения целого ряда актуальных для форсированного решения проблем:

− сложности модельного представления объектов морской техники и морской инфраструктуры, включая современные электроэнергетические системы;

− системного и инвариантного к специфике условий обоснования и многокритериальной квалиметрической оптимизации морских эргатических комплексов и их систем;

− нейтрализации негативного влияния проектировщиков и операторов при использовании АСППР в составе автоматизированных систем в защищенном исполнении за счет перехода к режиму роботизации комплексов поддержки принятия проектных решений.

В свою очередь, развитие широкого класса АСППР в этом направлении по пути их цифровой трансформации и роботизации на примере анализа технологий и возможностей РПК «АСОР-22» подтверждает наличие качественно новых возможностей при решение актуальных задач системного анализа, синтеза и оптимизации, инновационного поиска и проектного обоснования новых и эффективных системных и технических решений ОМТИ, включая приоритетные направления технологического развития корабельной и судовой энергетики.

Литература

1. **Алексеев А.В., Кузнецов В.В., Согонов С.А., Равин А.А., Хруцкий О.В., Егоров В.Р.** Морская энергетика как объект форсайта: аналитический обзор приоритетности развития технологических решений корабельной энергетики и автоматики / Актуальные проблемы морской энергетики: материалы девятой международной научно-технической конференции в рамках Четвертого Всероссийского научно-технического форума «Корабельная энергетика: из прошлого в будущее». – СПб.: Изд-во СПбГМТУ, 2020, с. 15-22.
2. **Алексеев А.В., Кузнецов В.В., Согонов С.А., Равин А.А., Хруцкий О.В.** Морская энергетика на рубеже цифровизации и интеллектуализации системного управления / Труды Крыловского государственного научного центра. Специальный выпуск, № 1. 2021. Материалы Десятой международной научно технической конференции «Актуальные проблемы морской энергетики» / СПб, 2021. Специальный выпуск, № 1, 2021, с. 15-18.
3. **Бобрович В.Ю., Алексеев А.В., Антипов В.В., Смольников А.В.** Информационная живучесть корабля: угрозы, модель, системные требования, пути реализации / Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2021). XII Санкт-Петербургская межрегиональная конференция. Санкт-Петербург, 28-30.10.2021: Материалы конференции / СПОИСУ. СПб., 2021, с. 265-267.
4. Автоматизация процессов борьбы за живучесть корабля, судна // Коллективная монография /Под ред. К.Ю. Шилова. Санкт-Петербург: ИАП БЖКС, эл. интерактивное изд. (третье), испр. и доп., с приложением. 2022. 506 с.
5. **Микони С. В., Соколов Б. В. Юсупов Р. М.** Квалиметрия моделей и полимодельных комплексов: монография. С. В. Микони, Б. В. Соколов, Р. М. Юсупов. М.: РАН, 2018. 314 с.
6. **Смольников А.В., Алексеев А.В.** Программа квалиметрической ранговой оптимизации проектных и управляющих решений (КРОПУР). Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ (Реестр программ Федеральной службы по интеллектуальной собственности) № 2013612649, 11.03.2013.
7. **Смольников А.В., Алексеев А.В.** Программа квалиметрического анализа и оценки конкурентно-способности технологических решений по информационной поддержке принятия решений судоводителем (QSWOT. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ (Реестр программ Федеральной службы по интеллектуальной собственности) № 2013612929, 18.03.2013.
8. **Смольников А.В., Алексеев А.В.** Автоматизированная система информационно-аналитической и интеллектуальной поддержки операторов при мониторинге, оценке обстановки, контроле и управление состоянием организационно-технических систем по безопасности эксплуатации, локализации аварий и борьбе за живучесть корабля, судна (АСИП МОКУ)». Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ (Реестр программ Федеральной службы по интеллектуальной собственности) № 2014613622, 01.04.2014.
9. **Алексеев А.В.** Квалиметрический АСОР-анализ программных комплексов роботизации управления информационными инцидентами / Региональная информатика и информационная безопасность. Сборник трудов. Выпуск 10 / СПОИСУ. СПб., 2021, с. 266-271.
10. **Алексеев А.В.** Методика инвариантной оценки качества и эффективности объектов морской техники и морской инфраструктуры // Морские интеллектуальные технологии. Marine intellectual technologies, № 1 (51), том 2, 2021, с. 60-67.

11. **Алексеев А.В.** Примеры реализации полимодельного квалиметрического метода системной оптимизации объектов морской техники и морской инфраструктуры // Морские интеллектуальные технологии. Marine intellectual technologies, № 2 (52), том 3, 2021, с. 69-81.
12. **Согонов С.А., Алексеев А.В., Максимова М.А., Равин А.А., Хруцкий О.В.** Прорывные технологии морских автоматизированных систем в защищенном исполнении // Труды Крыловского государственного научного центра. Специальный выпуск, № 1. 2022. Материалы Десятой международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы морской энергетики» / СПб, 2022. Специальный выпуск, 2022.