

Департамент судостроительной промышленности  
и морской техники  
Открытое акционерное общество  
«Концерн «Научно-производственное объединение «Аврора»

# СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

## CONTROL AND INFORMATION PROCESSING SYSTEMS

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

Выпуск 30

Санкт-Петербург  
2015

## **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОРАБЛЕЙ И ОБЪЕКТОВ ГРАЖДАНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**Гаврилов А. Ф., Дымент А. Б., Киваев Н. М., Кузьменко Ю. А.** Основные принципы интеграции и концепция построения интегрированных систем боевого управления надводных кораблей

**Бакуменко Л. Г., Губанов Ю. А.** Системы управления корабельными электрохимическими воздуходнезависимыми энергоустановками

**Линьков С. И., Савин В. П., Турецкий Г. Г.** О способах управления разогревом судовых реакторных установок

**Болховитинов В. К.** Счисляемое местоположение подводного робота

## **АППАРАТНО-ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ**

**Фёдоров А. Е., Фролов И. А.** Техническая диагностика. Состояние и перспективы

**Балакин А. Н., Богданов Д. С., Дядик А. Н., Сурин С. Н.** Системы с растворением отработавших газов воздуходнезависимых энергетических установок для морских подводных объектов

**Берденников А. А.** Оптимизация режимов работы судового дизеля с винтом регулируемого шага

**Смирнов А. Ю., Францев И. Р.** Синтез дискретного регулятора расхода топлива ГТД

**Берденников А. А., Ларионов М. В.** Имитационная модель высокотемпературного реактора в судовой воздуходнезависимой энергетической установке

**Берестовицкий Э. Г., Крючков А. Н., Кизилев П. И., Пялов Н. В.** Математическое моделирование проточных частей органов регулирования САУ ТС с целью определения конструкции оптимальной по уровню возбуждаемого гидродинамического шума

**Телюк И. В.** Разработка эталонных процессов управления движением скоростного катамарана на основе имитационного управляемого моделирования

**Трубицын П. А.** Практика использования СУБД для ввода исходных данных в SCADA СИТЕСТ

**Янкин Ю. Ю.** Опыт использования автоматного подхода при программировании ПЛИС для модулей управления электромеханическими приводами

**Незамутдинов Ф. Ф.** О Сетецентрическом подходе применительно к созданию системы семантического сжатия в комплексе аварийных интеллектуальных радиобуев

**Пахоменков Ю. М.** О некоторых способах вычисления угла в измерительных каналах с трансформаторными датчиками

**Гаранин В. В., Осипенко А. С., Пахоменков Ю. М.** Помехоустойчивый дифференциатор сигналов реального времени

**Корелин К. Е.** Опыт разработки датчиков и сигнализаторов физических параметров с интеллектуальными функциями для объектов гражданской морской техники

## **CALS-ТЕХНОЛОГИЯ**

**Брезгин Р. В., Боброва И. Л.** Базовые принципы концепции информационной поддержки жизненного цикла сложных изделий приборостроения отрасли судостроения

#### **ЭРГОНОМИКА**

**Гончарова Т. А., Нефедович А. В.** Эргономическая экспертиза при создании систем управления техническими средствами корабля

#### **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ**

**Киселевич А. В.** Новые уплотнительные материалы

**Лушина М. В.** Новые окрасочные системы на основе порошковой краски

УДК 629.5.051:523/827

**Ключевые слова:** интегрированная система боевого управления, концепция, интеграция, надводный корабль

**Основные принципы интеграции и концепция построения интегрированных систем боевого управления надводных кораблей.** Гаврилов А. Ф., Дымент А. Б., Киваев Н. М., Кузьменко Ю. А. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». 2015. Вып. 30. С. 3–12.

В статье изложены основные направления развития интегрированных систем боевого управления (ИСБУ) применительно к надводным кораблям (НК). Представлена структурно-функциональная схема ИСБУ НК. Рассмотрены проблемы, возникающие при создании ИСБУ НК, и пути их решения.

УДК 621.314

**Ключевые слова:** энергоустановка, развитие, система управления, логическое устройство, контроль

**Системы управления корабельными электрохимическими воздухонезависимыми энергоустановками.** Бакуменко Л. Г., Губанов Ю. А. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». 2015. Вып. 30. С. 13–21.

Работы по созданию и внедрению на кораблях электрохимических воздухонезависимых энергоустановок (ВНЭУ), проведенные за последние 25 — 30 лет, определили современный подход к построению систем управления ВНЭУ и собственно ЭХГ как локальной системы управления, поставляемых в составе самого электрохимического генератора. Проведенные исследования и проработки показали, что ЛСУ ЭХГ могут быть реализованы на базе типовых решений, применяемых при проектировании СУ ЭЭС кораблей аналогичного назначения.

УДК 621.039

**Ключевые слова:** теплоноситель, СУЗ, температура, разогрев, отклонение, регулирование, нечувствительность

**О способах управления разогревом судовых реакторных установок.** Линьков С. И., Савин В. П., Турецкий Г. Г. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». 2015. Вып. 30. С. 22–25.

Для судовых ядерных энергетических установок одним из важнейших условий безопасной эксплуатации активной зоны реактора и других важнейших элементов установки является обеспечение безопасной скорости изменения температуры теплоносителя первого контура при разогреве в процессе ввода установки в действие и при расхолаживании в процессе вывода ее из действия.

В статье рассмотрены схемы, реализующие два типа управления разогревом: релейные системы управления разогревом теплоносителя I контура по программе и релейные системы управления разогревом теплоносителя I контура по скорости.

Рассмотрены особенности систем управления разогревом, построенных на современной элементной базе, которая применяется в аппаратуре СУЗ. Показано, что способ управления разогревом по заданной программе имеет очевидные преимущества и достаточно просто реализуется при использовании в аппаратуре СУЗ современных средств вычислительной техники.

УДК 681.865.8

**Ключевые слова:** подводный робот, местоположение, движение, обсервация

**Счисляемое местоположение подводного робота.** Болховитинов В. К. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб. 2015. Вып. 30. С. 26–37.

Предложен и рассмотрен способ определения местоположения робота с использованием значений как переменных, измеренных навигационным комплексом «ИНС+ДЛ+СК», так и введенных дополнительно вычисляемых параметров состояния движущегося робота. Сопоставление счисляемых в СУД подводного робота параметров движения робота осуществлялось в процессе отслеживания заданных в миссии

параметров, инициируемых виртуальной точкой.

Введение в СУД ряда конструируемых вычислительных алгоритмов компьютерной обработки виртуальных параметров с учетом помех и погрешностей навигационных средств обеспечивает повышение точности решения задачи счисления пути автономного подводного робота при воздействии в районе работ подводного течения.

УДК 681.518.54

**Ключевые слова:** диагностика, обслуживание, ремонт, проверка, поверка, эффективность, управление, алгоритм

**Техническая диагностика. Состояние и перспективы.** Фёдоров А. Е., Фролов И. А. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2015. Вып. 30. С. 38–43.

В статье рассмотрены состояние и перспективы технического обслуживания объектов, методы и виды диагностирования, стратегия обслуживания и ремонта оборудования.

УДК 629.5.03.-843.8

**Ключевые слова:** абсорбер, растворимость газа, материальный баланс абсорбции, параметры воды

**Системы с растворением отработавших газов воздухонезависимых энергоустановок для морских подводных объектов.** Балакин А. В., Богданов Д. С., Дядик А. Н., Сурин С. Н. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2015. Вып. 30. С. 44–49.

В статье рассмотрена методика расчета объема абсорбера и расхода абсорбента, необходимого для полного растворения углекислого газа. Представлены зависимости для расчета процесса растворимости продуктов сгорания в забортной воде.

УДК 621. 436: 629.5

**Ключевые слова:** дизель, винт регулируемого шага, расход топлива, программа оптимизации

**Оптимизация режимов работы судового дизеля с винтом регулируемого шага.** Берденников А. А. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб. 2015. Вып. 30. С. 50–62.

Для судовой энергетической установки, содержащей дизель с винтом регулируемого шага, предложена программа расчета соотношения задаваемых значений скорости хода и угла установки лопастей винта, обеспечивающая минимизацию расхода топлива в дизель на заданных ходах судна.

УДК 629.12.03

**Ключевые слова:** дискретный регулятор, расход, топливо, газотурбинный двигатель, синтез

**Синтез дискретного регулятора расхода топлива ГТД.** Смирнов А. Ю., Францев И. Р. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2015. Вып. 30. С. 63–68.

В статье представлено описание инженерной методики синтеза регулятора энергообъекта на примере регулятора расхода топлива газотурбинного двигателя. Обоснована возможность реализации дискретных аналогов непрерывных регуляторов расхода топлива, обладающих более эффективными, по сравнению с гидромеханическими, аналогами, средствами корректировки переходных характеристик.

УДК 629. 5.03-8

**Ключевые слова:** воздухонезависимая энергетическая установка, высокотемпературный реактор, термодинамический процесс, топливный компонент, массообмен, теплообмен, массовая доля газового компонента, математическая модель

**Имитационная модель высокотемпературного реактора в судовой воздухонезависимой энергетической установке.** Берденников А. А., Ларионов М. В. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб, 2015. Вып. 30. С. 60–75.

С использованием уравнений массообмена и теплообмена составлена имитационная модель высокотемпературного реактора (ВТР), работающего в составе судовой воздухонезависимой энергоустановки. Модель позволяет проводить отладку САУ ВТР, включающей регуляторы расхода топлива и окислителя, а также регулятор температуры парогазовой смеси и регулятор давления смеси в реакторе.

УДК 681.883

**Ключевые слова:** гидродинамический шум, клапан, конструкция, акустическая мощность, отверстие перфорации, моделирование

**Математическое моделирование проточных частей органов регулирования САУ ТС с целью определения конструкции оптимальной по уровню возбуждаемого гидродинамического шума.** Берестовицкий Э. Г., Крючков А. Н., Кизилов П. И., Пялов Н. В. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2015. Вып. 30. С. 76–81.

Рассмотрена перфорированная зона дросселирования в виде совокупности цилиндрических отверстий малого диаметра как наиболее перспективная по результатам экспериментов. Предложена методика расчета акустической мощности отдельного отверстия с дальнейшим энергетическим суммированием акустической мощности гидродинамического шума всех щелей или отверстий соответственно.

В качестве объекта моделирования были выбраны элементы перфорированного дроссельного участка регулирующего органа, а именно, отверстия перфорации с различными условиями входа-выхода потока.

При моделировании рассчитаны скорость потока в проекции в осевом сечении дроссельного элемента и уровень акустической мощности в том же сечении.

Приведены результаты моделирования скорости потока в сечениях различных модификаций дроссельного элемента, а также представлен результат расчета распределения уровней акустической мощности для этих элементов.

УДК 681.518

**Ключевые слова:** имитационное управляемое моделирование, судоводитель, эталонный процесс, имитационный комплекс, скоростной катамаран, алгоритм

**Разработка эталонных процессов управления движением скоростного катамарана на основе имитационного управляемого моделирования.** Телюк И. В. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб, 2015, Вып. 30. С. 82–87.

В статье рассматривается разработка эталонных процессов управления движением скоростного катамарана на основе технологии имитационного управляемого моделирования.

УДК 629.12, 681.518

**Ключевые слова:** SCADA, программа, отладка, СУ ЭЭС, алгоритм, управление, команда, сигнал

**Практика использования СУБД для ввода исходных данных в SCADA СИТЕСТ.** Трубицын П. А. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора», СПб, 2015, Вып. 30. С. 88–91.

Рассматриваются вопросы практического использования СУБД Access для ведения исходных данных (ИД) проектов систем управления электроэнергетической системой (СУ ЭЭС) и автоматизированного преобразования ИД в структуры данных для SCADA Citect и PLC Unity Pro. Дается положительная оценка такого подхода. Приведены рекомендации для последующего использования СУБД для ведения ИД. Сформулированы дополнительные требования к ПО стенда для отладки ПО СУ ЭЭС.

УДК 681.3.06

**Ключевые слова:** электропривод, резервирование, автоматное программирование, конечный автомат, микросхема с программируемой структурой, программируемая логическая интегральная схема

**Опыт использования автоматного подхода при программировании ПЛИС для модулей управления электромеханическими приводами.** Янкин Ю. Ю.

//Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб, Вып. 30. С. 92–101.

Рассматриваются модули управления электромеханическими приводами компенсирующей группы. Модули выполнены с использованием программируемых логических интегральных схем. Программирование аппаратуры осуществлялось с использованием автоматного подхода. Показана необходимость резервирования модулей. Рассмотрены раздельное резервирование замещением, общее резервирование замещением и постоянное общее резервирование. Представлены преимущества постоянного общего резервирования. Приведены результаты испытаний модулей.

УДК 621.865.8

**Ключевые слова:** автономный необитаемый подводный аппарат, система семантического сжатия, мультимедийная система

**О сетевом подходе применительно к созданию системы семантического сжатия в комплексе аварийных интеллектуальных радиобуев.** Незамутдинов Ф. Ф. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2015. Вып. 30. С. 102–110.

На примере группы АНПА, функционирующих в качестве аварийных интеллектуальных радиобуев, показана возможность и актуальность применения сетевого подхода для построения автоматизированных систем принятия решений с применением семантического сжатия информации. Приводится описание модуля, разработанного автором, являющегося элементом системы семантического сжатия, обеспечивающего коллективное управление группой радиобуев.

УДК 621.317.334.2

**Ключевые слова:** аппроксимация, синтез, вращающийся трансформатор

**О некоторых способах вычисления угла в измерительных каналах с трансформаторными датчиками.** Пахоменков Ю. М. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора», СПб., 2015. Вып. 30. С. 111–121.

Для наиболее распространенных способов вычисления угла в измерительных каналах с трансформаторными датчиками разработаны формализованные методики выбора аппроксимирующих функций и синтеза их параметров, получены выражения для расчета необходимых ресурсов. Приведены результаты сравнительного анализа.

УДК 621.317.799

**Ключевые слова:** цифровая обработка сигналов, дифференцирование, моделирование, погрешность

**Помехоустойчивый дифференциатор сигналов реального времени.** Гаранин В. В., Осипенко А. С., Пахоменков Ю. М. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора», СПб., 2015. Вып. 30. С. 122–131.

Рассматриваются вопросы создания цифровых дифференцирующих устройств, реализованных на микроконтроллерах. Выполнен анализ и получено математическое описание дифференцирующего фильтра Савицкого-Голая в форме нерекурсивного фильтра с конечной импульсной характеристикой. Разработана методика выбора его параметров. Выполнено математическое моделирование дифференцирующего фильтра и его экспериментальная проверка в составе угломерного прибора.

УДК 681.586

**Ключевые слова:** датчик, солесодержание, давление, уровень, температура, датчик интеллектуальный

**Опыт разработки датчиков и сигнализаторов физических параметров с интеллектуальными функциями для объектов гражданской морской техники.** Корелин К. Е. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб./ОАО «Концерн «НПО «Аврора», СПб. 2015. Вып. 30. С. 132–137.

В статье рассмотрены основные результаты выполнения ОКР «Периферийные устройства» и приведены принципы построения датчиков и сигнализаторов с интел-

лектуальными функциями, разработанных на основе отечественных микроконтроллеров.

УДК 681.2-52

**Ключевые слова:** CALS-технология, жизненный цикл, поддержка, безбумажный обмен

**Базовые принципы концепции информационной поддержки жизненного цикла сложных изделий приборостроения судостроения.** Брезгин Р. В., Боброва И. Л. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2015. Вып. 30. С. 138–144.

Сформулированы основные общие принципы и понятия концепции информационной поддержки жизненного цикла (ЖЦ) сложных изделий. Определены проблемы внедрения информационной поддержки жизненного цикла изделий (ИПИ) применительно к приборостроительному предприятию отрасли судостроения.

Отмечается, что в настоящее время основной задачей предприятий-разработчиков сложных изделий приборостроения является организация в рамках ИПИ единого информационного пространства со всеми участниками ЖЦ корабля.

УДК 331.101.1

**Ключевые слова:** эргономика, экспертиза, система управления, оценка, показатель

**Эргономическая экспертиза при создании систем управления техническими средствами корабля.** Гончарова Т. А., Нефедович А. В. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2015. Вып. 30. С. 145–160.

В статье отмечается актуальность рассмотрения состава проверок при проведении эргономической экспертизы и оцениваемые эргономические показатели как на стадии проектирования КСУ, так и стадии испытаний образца. Рассматриваются особенности оценки эргономических свойств СУ в этих экспертизах, состоящих в том, что каждой из них должен быть присущ свой состав и свои методы оценки показателей.

УДК 621.81-762

**Ключевые слова:** уплотнительное покрытие, резина, каучук, испытание

**Новые уплотнительные материалы.** Киселевич А. В. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2015. Вып. 30. С. 161–166.

Проведен анализ технических характеристик применяемых в настоящее время уплотнительных резинотехнических изделий (РТИ), который позволил выделить ряд шнуров и пластин, требующих замены. Отмечается, что применение резиновой смеси ИРП-1265 НТА для изготовления уплотнительных РТИ позволяет существенно расширить температурный диапазон их эксплуатации и повысить водозащищенность электронной аппаратуры.

УДК 667.6

**Ключевые слова:** порошковая краска, лакокрасочное покрытие, испытание

**Новые окрасочные системы на основе порошковой краски.** Лушина М. В. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2015. Вып. 30. С. 167–171.

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования, а также комплекс испытаний позволили применить при изготовлении изделий ОАО «Концерн «НПО «Аврора» новые окрасочные системы, обладающие не только повышенными эксплуатационными, но и высокими технологическими характеристиками.

Замена гальванического способа нанесения подслоя (покрытие Ц, фос.окс) на лакокрасочное покрытие (грунтовка цинкнаполненная ЭП-0444 «Ветокор 103») позволила: снизить себестоимость изготовления, сократить длительность технологического процесса, обеспечить возможность контроля качества нанесения подслоя, значительно повысить защитные свойства окрасочной системы.