

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 31

Санкт-Петербург  
2015

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ КОНЦЕРНА**

**Шилов К. Ю.** Технические и технологические направления развития цифровых систем морской радиоэлектроники

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

**Гаврилов А. Ф., Дымент А. Б., Киваев Н. М., Маслеников Ю. А.** Системы поддержки принятия решений в ИСБУ ПЛ — составная часть искусственного интеллекта системы управления

**Кобзев В. В., Болховитинов В. К.** К вопросу оценивания процесса управления

**Смольников А. В.** Об одном подходе к синтезу нелинейных законов управления динамическим позиционированием автономного подводного объекта

## **АППАРАТНО-ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ**

**Балакин А. В., Богданов Д. С., Дядик А. Н., Сурин С. Н.** Определение аэродинамических и теплофизических характеристик каталитического реактора топливного процессора

**Балакин А. В., Богданов Д. С., Дядик А. Н., Сурин С. Н.** Параметры работы свечи зажигания высокотемпературного реактора топливного процессора

**Берденников А. А., Ларионов М. В.** Влияние инерционных характеристик элементов имитационного моделирующего комплекса на качество моделирования процессов автоматизируемой энергоустановки

**Алексеев Л. Е., Кошко В. А.** Концепция построения систем эксплуатационного документирования и систем типа «черный ящик»

**Дрягин А. М., Королёв Е. В.** Сравнительный анализ отказоустойчивости бортовых сетей реального времени

**Трубицын П. А.** Алгоритмическая зависимость разнесенных сигналов автоматизированных систем управления

**Азаров М. М., Зайцев А. Н.** Алгоритм формирования управляющей величины на основе теории нечетких множеств в условиях неопределенности внешних воздействий применительно к системе управления курсом судна

**Гаврилов А. Ф., Новоселов С. Н., Ремизов А. О.** О надежности программного обеспечения

**Губанов А. Ю., Губанов Ю. А., Ефимова М. И.** Имитаторы для отработки систем управления корабельными электроэнергетическими системами в условиях стенда предприятия-изготовителя

**Королёв Е. В., Третьяков В. А.** Организация проверки автономного функционирования приборов систем управления техническими средствами с применением унифицированных средств и специальных средств контроля программного обеспечения

**Берестовицкий Э. Г., Гладилин Ю. А.** Снижение шума и вибрации элементов систем управления техническими средствами

**Берестовицкий Э. Г., Голованов В. И., Пялов Н. В., Франтов А. А.** Результаты экспериментальных исследований мероприятий, направленных на снижение виброактивности корабельных систем управления техническими средствами

**Пахоменков Ю. М.** Диагностика трансформаторных датчиков угла с применением контрольных функций

**Павлов К. Г.** Возможность применения плавникового движительно-рулевого комплекса на глайдерах и гибридах

#### **ЭРГОНОМИКА**

**Гончарова Т. А.** Оценка напряженности труда операторов корабельных систем управления техническими средствами

#### **CALS-ТЕХНОЛОГИИ**

**Брезгин Р. В., Куликов В. В., Коновальцева Е. Г.** Эволюция эксплуатационной документации – от бумажных инструкций к элементам виртуальной реальности и системам информационной поддержки

**Брезгин Р. В., Боброва И. Л.** Использование информационных наборов при разработке эксплуатационной и ремонтной документации модульной структуры

#### **ТРЕНАЖЕРЫ**

**Телюк И. В., Федотко А. В.** Преимущество использования 3D-графики при создании автоматизированных учебных курсов

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

**Киселевич А.В., Лушина М.В.** К вопросу об импортозамещении материалов

УДК 681.5.06-52

**Ключевые слова:** интеграция, морская радиоэлектроника, технология, система обмена, интерфейс, живучесть, операционная система, ПО

**Технические и технологические направления развития цифровых систем морской радиоэлектроники.** Шилов К. Ю. // Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. / ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб, 2015. Вып. 31. С. 3–11.

В статье представлены наиболее важные технические и технологические направления развития ОАО «Концерн «НПО «Аврора», существенно влияющие на формирование научно-технической политики предприятия в перспективе.

УДК 629.5.06-52

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, поддержка, принятие решения, ИСБУ

**Системы поддержки принятия решений в ИСБУ ПЛ — составная часть искусственного интеллекта системы управления.** Гаврилов А. Ф., Дымент А. Б., Маслеников Ю. А., Киваев Н. М. // Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. / ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб, 2015. Вып. 31. С. 12–17.

Представлены особенности создания систем поддержки принятия решений, входящих в состав ИСБУ ПЛ. Рассмотрен сценарный подход при разработке систем поддержки принятия решений. Показано, что дальнейшее развитие систем поддержки принятия решений связано с переходом к созданию систем искусственного интеллекта.

УДК 623.827

**Ключевые слова:** необитаемый подводный аппарат, движение, маневрирование, информационно-управляющая система

**К вопросу оценивания процесса управления.** Кобзев В. В., Болховитинов В. К. // Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. / ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб, 2015. Вып. 31. С. 18–32.

В статье отмечается, что в практических задачах управляемого движения (маневрирования) морских подвижных объектов эффективность проектируемых систем управления движением (СУД) в значительной степени определяется функциональностью их алгоритмического обеспечения (АО). При конструировании функциональных алгоритмов в АО СУД, обеспечивающих требования по точности, координированию, связности процессов управления, требуется решение задачи оценивания текущих состояний управляемого процесса. Такое оценивание необходимо выполнять в реальном времени, и оно должно распространяться на взаимодействующий состав смежных систем управления и информации, связанных с СУД морских подвижных объектов.

УДК 623.827

**Ключевые слова:** автономный подводный объект, динамическое позиционирование, синтез закона управления, наблюдатель, экспоненциальная устойчивость

**Об одном подходе к синтезу нелинейных законов управления динамическим позиционированием автономного подводного объекта.** Смольников А. В. // Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. / ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб, 2015. Вып. 31. С. 33–43.

В статье рассматривается синтез экспоненциально устойчивых нелинейных законов управления динамическим позиционированием автономных подводных объектов, а также оптимальное распределение обобщенного управления по исполнительным органам автономного подводного объекта.

УДК 629.5.058

**Ключевые слова:** катализатор, каталитический реактор, топливный процессор, гетерогенный катализ, паровая конверсия

**Определение аэродинамических и теплофизических характеристик каталитического реактора топливного процессора.** 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. 31. С. 44–49.

В статье приведены методики расчета аэродинамического сопротивления и теплообмена каталитического реактора для синтез-газа. Показано, что аэродинамическое сопротивление в большой степени зависит от порозности засыпки гранул катализатора, числа Рейнольдса и размера гранул.

УДК 621.352.6

**Ключевые слова:** реактор, свеча зажигания, камера сгорания, коэффициент избытка окислителя, давление реакционной смеси

**Параметры работы свечи зажигания высокотемпературного реактора топливного процессора.** 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. 31. С. 50–53.

В статье рассмотрены вопросы влияния давления в реакционной зоне высокотемпературного реактора, температуры факела в камере сгорания и соотношения расходов топлива и окислителя на процесс пережога свечи зажигания.

УДК 004.942.001.57:681.51.015

**Ключевые слова:** имитационный моделирующий комплекс, обмен данными, допустимые инерционные и транспортные задержки, качество моделирования, процесс маневрирования

**Влияние инерционных характеристик элементов имитационного моделирующего комплекса на качество моделирования процессов маневрирования автоматизируемой энергоустановки.** Берденников А. А., Ларионов М. В. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2015. Вып. 31. С. 54–62.

С использованием методов математического моделирования проведен анализ влияния на качество моделирования процессов маневрирования автоматизируемой энергоустановки инерционных характеристик элементов, участвующих в обмене данными между имитационным моделирующим комплексом и системой автоматического управления установкой. Показана необходимость ограничения транспортных и инерционных задержек во времени преобразования и передачи сигналов в этих элементах для обеспечения соответствия моделируемых переходных процессов эталонным данным, полученным на исходной расчетной модели. Даны рекомендации по выбору допустимых значений таких задержек.

УДК 681.527.7

**Ключевые слова:** авария, катастрофа, документирование, перечень параметров, «черный ящик»

**Концепция построения систем эксплуатационного документирования и систем типа «черный ящик».** Алексеев Л. Е., Кошко В. А. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора», СПб, 2015. Вып. 31. С. 63–66.

В статье рассмотрены вопросы о целесообразности применения систем эксплуатационного документирования и систем типа «черный ящик» в современных автоматизированных системах управления ПЛ и НК. Обсуждаются принципы построения автоматизированных систем документирования и приводятся предложения по организации взаимодействия заинтересованных организаций.

УДК 629.5.06

**Ключевые слова:** отказоустойчивость, бортовая сеть, SpaceFibre, SpaceWire, real-time, Ethernet, вероятность, безотказная работа, помехоустойчивость, пропускная способность

**Сравнительный анализ отказоустойчивости бортовых сетей реального времени.** Дрягин А. М., Королёв Е. В. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора» СПб, 2015. Вып. 31. С. 67–81.

В статье рассматриваются протоколы разделения ресурсов для бортовых сетей реального времени (SpaceWire, SpaceFibre) с точки зрения отказоустойчивости. В частности, приведены данные по вероятности безотказной работы сети на основе real-time Ethernet (AFDX) и SpaceFibre. Приведены преимущества использования SpaceFibre/SpaceWire по сравнению с real-time Ethernet.

УДК 629.12, 681.518

**Ключевые слова:** алгоритм, управление, система, надежность, команда, сигнал

**Алгоритмическая зависимость разнесенных сигналов автоматизированных систем управления.** Трубицын П. А. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб, 2015. Вып. 31. С. 82–85.

Рассматриваются вопросы надежности работы алгоритмов в зависимости от аппаратного разнесения сигналов АСУ. Приводятся выражения для оценок вероятностей отработки алгоритмов при разных аппаратных разнесениях сигналов. Затронуты вопросы резервирования выходных сигналов с учетом надежности получения входных сигналов.

УДК 629.5.061

**Ключевые слова:** система управления движением, нечеткая логика, нечеткий регулятор, моделирование

**Алгоритм формирования управляющей величины на основе теории нечетких множеств в условиях неопределенности внешних воздействий применительно к системе управления курсом судна.** Азаров М. М., Зайцев А. Н. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб, 2015. Вып. 31. С. 86–96.

Рассмотрен подход к построению и моделированию системы управления курсом морских подвижных объектов, основанный на нечетких вычислениях, нечеткой логике и системах нечеткого вывода. Предпринята попытка создания нечеткого регулятора. Проведено моделирование процесса генерации управляющей переменной с использованием среды MATLAB и встроенного пакета Fuzzy Logic Toolbox.

УДК 004.05

**Ключевые слова:** надежность, ПО, оценка, ошибка, модель

**О надежности программного обеспечения.** Гаврилов А. Ф., Новоселов С. Н., Ремизов А. О. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб, 2015. Вып. 31. С. 97–101.

Отмечается, что для оценки надежности программного обеспечения на ранних стадиях его разработки необходимо оценивать наличие (и их количество) ошибок, внесенных в программу, и интенсивность попадания на участок программы, содержащей ошибки. Интенсивность попадания на участок программы, содержащей ошибки, можно получить из модели (оперативно-тактического) использования изделия, а оценить наличие (их количество) ошибок – из эмпирических моделей надежности программного обеспечения.

Оценка числа ошибок и учет этой оценки при тестировании позволяют объективно оценить длительность тестирования, что позволяет точнее определить сроки разработки и конечную цену изделия.

УДК 621.314

**Ключевые слова:** электроэнергетическая система кораблей, испытательный стенд предприятия-изготовителя, имитатор, программно-физический подход

**Имитаторы для отработки систем управления корабельными электроэнергетическими системами в условиях стенда предприятия-изготовителя.** Губанов А. Ю., Губанов Ю. А., Ефимова М. И. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб, 2015. Вып. 31. С. 102–108.

мации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб, 2015. Вып. 31. С. 102–113.

Представлен анализ развития средств и методов имитации корабельных электроэнергетических систем (ЭЭС) как объектов управления и объектов электроснабжения для отработки систем управления на стенде предприятия-изготовителя. Приведено обоснование программно-физического подхода к имитации параметров ЭЭС.

УДК 681.324

**Ключевые слова:** конфигурация комплекса общесистемного программного обеспечения, унифицированные тесты проверки аппаратных каналов

**Организация проверки автономного функционирования приборов систем управления техническими средствами с применением унифицированных средств и специальных средств контроля и программного обеспечения.** Королёв Е. В., Третьяков В. А. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора» СПб, 2015. Вып. 31. С. 114–119.

В статье рассматриваются различные аспекты проверки автономного функционирования вычислительных приборов до их установки на стенд. В частности, детально описаны наборы унифицированных аппаратных и программных средств, а также перечни тестов для автономной проверки как комплекта аппаратуры прибора, так и конфигурации комплекса общесистемного программного обеспечения, обеспечивающего организацию вычислительного процесса для функционального программного обеспечения.

УДК 629.5.015.6

**Ключевые слова:** вибрация, шум, стенд, проектирование

**Снижение шума и вибрации элементов систем управления техническими средствами.** Берестовицкий Э. Г., Гладилин Ю. А. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб, 2015. Вып. 31. С. 120–125.

Отмечается, что разработанные ОАО «Концерн «НПО «Аврора» конструкции малолшумных устройств судовой и корабельной гидроавтоматики могут обеспечивать работу в различных климатических зонах и в широком диапазоне условий эксплуатации.

Исследования, опытная и макетная отработка новых технических решений, испытания и контроль серийных образцов аппаратуры производятся на специализированных стендовых установках и позволяют выполнять опытно-конструкторские работы по созданию устройств гидроавтоматики различного функционального назначения.

Имеющийся практический опыт, отработанная методология снижения виброактивности шумоизлучения в источнике позволили создать целый ряд малолшумных приборов гидроавтоматики.

Разработанная методика позволяет на стадии проектирования рассчитывать уровни гидродинамического шума и вибрации образцов, что существенно упрощает и удешевляет процесс проектирования малолшумных гидроприборов.

УДК 629.5.016.6

**Ключевые слова:** исследование, гидравлический прибор, амортизация, конструкция, виброактивность, виброизоляция, виброшумовая характеристика, гидродинамический шум, гаситель

**Результаты экспериментальных исследований мероприятий, направленных на снижение виброактивности корабельных систем управления техническими средствами.** Берестовицкий Э. Г., Голованов В. И., Пялов Н. В., Франтов А. А. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб, 2015. Вып. 31. С. 126–134.

В работе рассматривается комплекс мероприятий, направленных на снижение виброактивности корабельных гидравлических систем.

Приведены результаты исследований различных средств амортизации и опорных конструкций гидравлических приборов корабельных систем управления технически-

ми средствами (КСУ ТС): амортизаторы типа АКСС, виброизоляторы типа СТВР, сплошная опорная плита; слоистая опорная плита.

На основе результатов экспериментальных исследований определена эффективность виброизоляции таких средств и конструкций.

Экспериментально определено влияние скорости потока рабочей среды и геометрии проточных частей типовых элементов трубопроводов КСУ на их виброшумовые характеристики.

Исследован вопрос применения гасителя пульсации потока в гидравлических трубопроводных системах. Предложена схема такого гасителя, выполнены конструктивные проработки и произведена оценка его эффективности для снижения гидродинамического шума на испытательном стенде.

На основе результатов выполненных исследований делается вывод о необходимости применения предложенных мероприятий для проектирования перспективных КСУ ТС.

УДК 621.317.334.2

**Ключевые слова:** вращающийся трансформатор, сельсин, погрешность, контроль, моделирование

**Диагностика трансформаторных датчиков угла с применением контрольных функций.** Пахоменков Ю. М. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора», СПб, 2015. Вып. 31. С. 135–142.

Получено математическое описание контрольных функций, характеризующих функциональные особенности угломерных каналов, выполненных на основе синусно-косинусных вращающихся трансформаторов и сельсин. Рассмотрены основные свойства таких функций и выполнено моделирование измерительных каналов, реализованных с их применением. Результаты исследований применены в методиках синтеза угломерных устройств.

УДК 629.5.038

**Ключевые слова:** плавниковый движительно-рулевой комплекс, глайдер, конструкция

**Возможность применения плавникового движительно-рулевого комплекса на глайдерах и гибридах.** Павлов К. Г. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора», СПб, 2015. Вып. 31. С. 143–147.

В статье рассматривается использование плавникового движительного комплекса для улучшения характеристик аппаратов типа глайдер. Предлагается вариант плавникового движительно-рулевого комплекса, разработанный и испытанный в Санкт-Петербургском государственном морском техническом университете. Рассмотрены зарубежные аналоги, использующие подобный принцип движения.

Описаны решаемые автономным необитаемым подводным аппаратом задачи и выделены требуемые для их успешного выполнения свойства аппарата. Рассматривается возможность установки подобного движителя на подводный аппарат типа глайдер для расширения его функциональных возможностей и улучшения маневренности. Предлагается использование такого движителя в качестве несущей поверхности на участке планирования глайдера.

УДК 331.101.1

**Ключевые слова:** эргономика, оператор, автоматизированная система управления, напряженность труда, практика

**Оценка напряженности труда операторов корабельных систем управления техническими средствами.** Гончарова Т. А. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора», СПб, 2015. Вып. 31. С. 148–156.

В статье приводятся результаты эргономических экспериментов, выполненных с привлечением операторов систем управления техническими средствами (СУ ТС) с целью оценки напряженности их труда и эффективности деятельности при выполнении типовых функциональных задач и с моделированием внештатных и аварийных ситуаций.



Полученные показатели деятельности операторов: длительность фиксации взгляда и частота обращений к *i*-объекту, маршруты перемещения взгляда, точность и безошибочность движений рук, позволили предложить ряд мер по снижению напряженности труда операторов с целью обеспечения задачи увеличения эффективности работы операторов СУ ТС.

УДК 623.98

**Ключевые слова:** эксплуатационная документация (ЭД), интерактивное электронное техническое руководство (ИЭТР), трехмерная модель

**Эволюция эксплуатационной документации – от бумажных инструкций к элементам виртуальной реальности и системам информационной поддержки.** Брезгин Р. В., Куликов В.В., Коновальцева Е .Г. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб, 2015. Вып. 31. С. 157–161.

Рассматриваются вопросы разработки эксплуатационной документации в электронном виде, анализируется развитие процесса разработки ЭД от бумажной формы до ИЭТР, предложены направления развития функциональных возможностей ИЭТР, анализируются проблемы разработчика ИЭТР.

УДК 681.518.001.33

**Ключевые слова:** техническая документация, модульная структура, эксплуатационная документация, информационный набор, модуль данных

**Использование информационных наборов при разработке эксплуатационной и ремонтной документации модульной структуры.** Брезгин Р. В., Боброва И. Л. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб, 2015. Вып. 31. С. 162–167.

Рассматриваются вопросы разработки технической документации модульной структуры с использованием информационных наборов: введено понятие информационного набора, рассмотрен порядок формирования, кодирования и использования информационных наборов в составе документации модульной структуры.

УДК 681.5.001.1

**Ключевые слова:** 3D-графика, штатная и нештатная ситуация, оператор, моделирование, автоматизированный учебный курс

**Преимущество использования 3D-графики при создании автоматизированных учебных курсов.** Телюк И. В., Федотко А. В. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб, 2015. Вып. 31. С. 168–174.

Создание компьютерной модели является аналогом изготовления макета изделия, но со значительно меньшими затратами материалов, труда и средств, а также с возможностью применения в электронном виде. Все эти достоинства позволяют создать в процессе обучения максимально приближенное представление о реальной рабочей обстановке.

УДК 667.6

**Ключевые слова:** импортозамещение, аналог, затрата, номенклатура

**К вопросу об импортозамещении материалов.** Киселевич А. В., Лушина М. В. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб, 2015. Вып. 31. С. 175–180.

Проведенные мероприятия по замене ряда применяемых в производстве импортных материалов на отечественные аналоги обеспечивают стабильность поставки материалов, снижение производственных затрат, сокращение номенклатуры материалов при сохранении высокого качества изготовления изделий.

UDC 681.518

**Key words:** integration, marine radioelectronics, technology, communication system, interface, survivability, operating system, software

**Technical and technological development lines of marine digital electronic systems.** Shilov K. Yu. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Tech. Collect. / Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2015. Issue 31. C. 3–11.

The article covers the most significant technical and technological lines of development of Concern Avrora Scientific and Production Association JSC, which have a considerable impact on formation of the research and engineering policy of the enterprise for the future.

UDC 629.5.06-52

**Key words:** artificial intellect, support, decision making, ICMS

**Decision support systems in submarines' ICMS — a constituent part of control system artificial intellect.** Gavrilov A.F., Dymant A. B., Maslenikov Yu. A., Kivaev N. M. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Tech. Collect. / Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2015. Issue 31. C. 12–17.

Special aspects of development of decision support systems included into submarines' ICMS are covered. The scenario-based approach to development of decision support systems is considered. It is indicated that further development of decision support systems is connected with transition to development of artificial intellect systems.

UDC 623.827

**Key words:** unmanned underwater vehicle, motion, maneuvering, information management system

**About control process evaluation.** Kobzev V. V., Bolkhovitinov V. K. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Tech. Collect. / Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2015. Issue 31. C. 18–32.

This article puts an emphasis to dependence to a considerable degree of the effectiveness of currently developed motion control systems (MCS) in enabling controllable motion (maneuvering) of marine moving objects on functionality of algorithmic provision (AP) of these systems. When building-up functional algorithms in MCS AP in conformity with the requirements for accuracy, coordination and interconnectivity of control processes, the problems of evaluation of the current states of the controlled process should be solved. Such evaluation should be performed in real time and it should cover the adjoining information management systems that interact with MCS of marine moving objects.

UDC 623.827

**Key words:** autonomous underwater object, dynamic positioning, control law synthesis, observer, exponential stability

**About one of approaches to synthesis of non-linear laws of dynamic positioning control for an autonomous underwater object.** Smolnikov A. V. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Tech. Collect. / Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2015. Issue 31. C. 33–43.

In the article the synthesis of exponentially stable nonlinear control laws is considered, which govern dynamical positioning of autonomous underwater objects, as well as optimal distribution of generic control of actuators of autonomous underwater objects.

UDC 629.5.058

**Key words:** catalyst, catalytic reactor, fuel processor, heterogeneous catalysis, steam conversion

**Determination of aerodynamical and thermophysical characteristics of fuel processor catalytic reactor.** Balakin A. V., Bogdanov D. S., Dyadik A. N., Surin S. N. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Tech. Collect. / Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2015. Issue 31. C. 44–49.

The article covers the procedures of calculation of catalytic reactor aerodynamic resistance and heat exchange for synthesis gas. It is shown that aerodynamic resistance depends largely on fractional void volume of catalyst pellets filled-in, on Reynolds number and on pellets size.

UDC 621.352.6

**Key words:** high-temperature reactor, spark plug, combustion chamber, excess oxidant ratio, reaction mixture pressure

**Operation parameters of spark plug of fuel processor high-temperature reactor.** Balakin A. V., Bogdanov D. S., Dyadik A. N., Surin S. N. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Tech. Collect. / Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2015. Issue 31. C. 50–53.

The article covers the issues related to the influence of pressure in reaction zone of high-temperature reactor, of flame temperature in combustion chamber and of fuel-to-oxidant consumption ratio on the process of spark plug burning-out.

UDC 004.942.001.57:681.51.015

**Key words:** simulation and modeling system, data exchange, permissible inertial and transport delays, modeling quality, maneuvering process

**Influence of inertial characteristics of elements of a simulation and modeling system on the quality of modeling the processes of maneuvering of a propulsion plant under automation.** Berdennikov A. A., Larionov M. V. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Tech. Collect. / Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2015. Issue 31. C. 54–62.

Analysis of the influence of the inertial characteristics of the elements participating in data exchange between the simulation and modeling system and the propulsion plant automatic control system on the quality of modeling the processes of maneuvering of a propulsion plant under automation is made by means of mathematical modeling methods. Necessity of limitation of inertial and transport delays of signal conversion and transmission time in these elements in order to ensure correspondence of the modelled transient processes to the reference data obtained from the initial computed model is shown. Recommendations are made on selection of permissible values for such delays.

UDC 681.527.7

**Key words:** emergency, catastrophe, documenting, parameter list, 'black box'

**Concept of construction of performance recording systems and 'black box' type systems.** Alekseev L. E., Koshko V. A. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Tech. Collect. / Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2015. Issue 31. C. 63–66.

The article covers the issues of expediency of the use of performance recording systems and 'black box' type systems in the modern automated control systems onboard submarines and surface ships. The principles of automated recording systems construction are discussed and options of organization of interactions between concerned organizations are offered.

UDC 629.5.06

**Key words:** fault tolerance, Onboard network, SpaceFibre, SpaceWire, real-time, Ethernet, probability, fail-safe operation, noise immunity, network capacity

**Comparative analysis of fault tolerance of onboard real-time networks.** Dryagin A. M., Korolev E. V. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Tech. Collect. / Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2015. Issue 31. C. 67–81.

The article covers resource-sharing protocols for onboard real-time networks (SpaceWire, SpaceFibre) in terms of fault tolerance. In particular, the data are given on fail-safe network operation probability based on real-time Ethernet (AFDX) and

SpaceFibre. The advantages of the use of SpaceFibre/SpaceWire are described as compared with real-time Ethernet.

UDC 629.12, 681.518

**Key words:** algorithm, control, system, reliability, command, signal

**Algorithmic dependence of spread signals of automated control systems.**

Trubitsyn P. A. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Tech. Collect. / Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2015. Issue 31. C. 82–85.

The issues of reliability of algorithms operation depending on hardware spreading of automated control system signals are considered. Expressions are given for evaluation of execution of algorithms for various hardware spreads of signals. The issues of redundancy of output signals in view of reliability of input signals reception are covered.

UDC 629.5.061

**Key words:** motion control system, fuzzy logics, fuzzy controller, modeling

**Algorithm of control value formation based on fuzzy-set theory under the conditions of uncertainty of exposure as applied to ship head control system.**

Azarov M. M., Zaytsev A. N. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Tech. Collect. / Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2015. Issue 31. C. 86–96.

The approach to construction and modeling of marine moving objects based on fuzzy calculations, fuzzy logic and fuzzy logic systems is considered. An attempt of creating a fuzzy controller is made. Modeling of control variable generation process is made using the MATLAB environment and built-in Fuzzy Logic Toolbox package.

UDC 004.05

**Key words:** reliability, software, evaluation, error, model

**About software reliability.** Gavrillov A. F., Novoselov S. N., Remizov A. O. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Tech. Collect. / Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2015. Issue 31. C. 97–101.

It is noted that for evaluation of software reliability at the initial stages of its development, one should evaluate the presence (and the number) of errors introduced into the program and the intensity of getting into the program part which contains errors. Intensity of getting into the error-containing part of the program may be obtained based on the model of use (operational and tactical use) of an item, and evaluation of errors presence (and their number) may be made based on empirical models of software reliability.

Evaluation of the number of errors and consideration of this evaluation in the process of testing make it possible to perform objective evaluation of testing duration [9], thus enabling more precise determination of the period of development and the end price of the item.

UDC 621.314

**Key words:** ship electric power system, OEM test stand, simulator, combined software-based and physical approach

**Simulators for refinement of ship electric power systems on OEM test stand.**

Gubanov A. Yu., Gubanov Yu. A., Efimova M. S. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Tech. Collect. / Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2015. Issue 31. C. 102–113.

Represented is the analysis of the development of aids and methods of shipboard electrical power stations (EPS) simulation as control objects and power-supplied objects for refinement of control systems on OEM test stand. Justification of software-based and physical approach to EPS parameters simulation is given.

UDC 681.324

**Key words:** configuration of general system software set, unified tests for hardware channels checking

**Organization of testing independent operation of technical facilities control systems using unified special testing equipment and software.** Korolev E. V., Tretyakov A. F. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Tech. Collect. / Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2015. Issue 31. C. 114–119.

The article covers various aspects of testing independent operation of computational devices before their setting onto the test stand. In particular, the detailed description of the sets of unified hardware and software is given and the lists of tests for independent testing of both the set of device hardware and the configuration of the set of general system software, which organizes the computation process for the functional software.

UDC 629.5.015.6

**Key words:** vibration, noise, stand, design

**Reduction of noise and vibration of components of technical facilities control systems.** Berestovitsky E. G., Gladilin Yu. A., Fedorov A. E. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Tech. Collect. / Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2015. Issue 31. C. 120–125.

It is indicated that the designs of now-noise shipboard units developed by Concern Avrora Scientific and Production Association JSC, which are intended for use in shipboard hydraulic automation systems, may be applicable for various climatic zones and wide range of operating conditions.

Research work, refinement of new engineering solutions, which are based on mockups and prototypes trying-out, and trials and checks of hardware production samples are performed on specialized test bench units, and they make it possible to perform research and development work for creation of hydraulic automation units of various functionality.

Practical knowledge available and well-proven technique of vibroactivity reduction of noise emission in the source made it possible to develop an entire line of low-noise hydraulic automation devices.

The procedures developed enable calculation of hydrodynamic noise and vibration levels of samples, thus considerably simplifying the process of development of low-noise hydraulic devices and reducing the cost of the development.

UDC 629. 5.015.6

**Key words:** research, hydraulic device, shock absorption, structure, vibroactivity, vibration insulation, vibronoise characteristic, hydrodynamic noise, absorber

**Results of experimental studies of the measures to be taken for the reduction of vibroactivity of ship technical facilities control systems.** Berestovitsky E. G., Golovanov V. I., Pyalov N. V., Frantov A. A. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Tech. Collect. / Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2015. Issue 31. C. 126–134.

The paper covers a package of measures aimed at vibroactivity reduction of ship hydraulic systems.

The results of studies of various shock absorbers and substructures of hydraulic devices included of ship technical facilities control systems (TF ICS): AKCC type shock absorbers, CTBP type vibration insulators, complete base-plate, laminated base-plate.

Based on experimental studies, vibration insulation effectiveness of such facilities and structures has been determined.

The influence of hydraulic fluid flow velocity and geometry of standard flow tubes of ICS pipelines on their vibronoise characteristics have been experimentally determined.

The issue of use of flow pulsation absorber in the hydraulic pipeline systems has been studied. Configuration of such an absorber is offered, its design studies are made and its efficiency for hydrodynamic noise reduction is evaluated on the test stand.

Based on the result of the research work performed, the conclusion on the necessity of the use of the offered measures for the development of the future TF ICS is made.

UDC 621.317.334.2

**Key words:** rotary transformers, selsyns, error, monitoring, modeling

**Diagnostics of differential transformer angle transducers using monitoring functions.** Pahomenkov Yu. M. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Tech. Collect. / Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2015. Issue 31. C. 135–142.

Mathematical description of monitoring functions is obtained, which define the functional characteristics of angle measuring channels based on angle-component solvers and selsyns. Basic features of these functions are considered and modeling of measurement channels, which are implemented using these functions, is made. The results of these studies are used in the procedures of synthesis of angle measuring units.

UDC 629.5.038

**Key words:** fin propulsion/steering unit, glider, design

**Feasibility of using fin propulsion/steering unit onboard gliders and hybrids.** Pavlov K. G. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Tech. Collect. / Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2015. Issue 31. C. 143–147.

In the article, the use of fin propulsion/steering unit for improvement of the characteristics of glider-type vehicles is considered. The version of fin propulsion/steering unit is offered, which has been developed and tested at St. Petersburg State Marine University. Similar vehicles of foreign make are considered, which use similar motion principle.

The tasks solved by UUV are described and the vehicle's features required for successful solution of these tasks are highlighted. Feasibility of installation of the similar propulsion unit on a glider-type underwater vehicle is considered, which is aimed at expansion of its operational capabilities and maneuverability improvement. The use of such propulsion unit as a lifting plane in glide-path sector is offered.

UDC 331.101.1

**Key words:** ergonomics, operator, automated control system, work intensity, practice

**Evaluation of work intensity of ship technical facilities control systems operators.** Goncharova T. A. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Tech. Collect. / Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2015. Issue 31. C. 148–156.

Results of ergonomic experiments are described in this article, which were performed with involvement of technical facilities control systems operators for assessment of the intensity and effectiveness of their work in the process of performing standard functional tasks and in simulated abnormal and emergency situations.

The obtained indicators of operators' activity, i.e. span of regard and frequency of resorting to the *i*-th object, scan patterns, arm movement precision and perfection have made it possible to offer a number of measures to be taken for the reduction of operators' work intensity aimed at improvement of the work effectiveness of hardware control systems operators.

UDC 623.98

**Key words:** operating documentation (OD), interactive electronic technical manual (IETM), 3D model

**Evolution of operating documentation – from paper instructions to virtual reality elements and information support systems.** Antipov V. V., Brezgin R. V., Kulikov V. V., Konovaltseva E. G. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Tech. Collect. / Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2015. Issue 31. C. 157–161.

The issues of the development of the operating documentation (OD) in the electronic format are considered: OD development process is analyzed in progress, from the printed manual to IETM. The lines of development of IETM operational capabilities are offered, the problems faced by IETM developer are analyzed.