

Департамент судостроительной промышленности  
и морской техники

Открытое акционерное общество  
«Концерн «Научно-производственное объединение «Аврора»

# СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

Выпуск 20

Санкт-Петербург  
2010

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СУДОВЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ**

**Жемойдо В.С., Князев А.Н., Черныш Ю.Н.** Перспективы развития судовой приборной техники при реализации федеральных целевых программ

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

**Линьков С.И., Савин В.П., Сурин С.Н., Цветков О.А.** История создания и развития систем управления и защиты корабельных реакторных установок

**Андреев А.Б., Каштанкин В.В., Киваев Н.М., Степанков Ю.П.** Особенности формирования информационной поддержки командира ПЛ при использовании противокорабельного оружия по данным, поступающим от внешних источников целеуказания

**Гаврилов А.Ф., Калачинский А.В., Михайлов В.О.** Проблема автоматизации планирования применения практических изделий

**Андреев А.Б., Волобуев В.Н., Киваев Н.М., Скибицкий В.А., Фоминских Л.С.** Анализ возможных концепций телеуправления подводным аппаратом

**Волобуев В.Н., Киваев Н.М., Скибицкий В.А., Фоминских Л.С.** К вопросу о телеуправлении торпедами в залпе

**Болховитинов В.К.** Структурная оптимизация управления движением судна

**Болховитинов В.К., Мелехов Ю.С.** Аналитическое обеспечение процессов управления комбинированной системы динамической стабилизации судов и платформ

**Берденников А.А., Шраер А.И.** Взаимосвязанное управление паропроизводящей и паротурбинной установками транспортного судна

**Берденников А.А., Нахимов В.Н., Хаюзко М.В.** Регулирование расхода питательной воды с помощью нескольких насосов

**Балакин А.В., Гафуров Т.Х.** Построение систем регулирования параметров II контура перспективных корабельных систем ЯЭУ

**Нахимова О.Я., Шилов Ю.К.** Об управлении корабельной электростанцией при питании с берега

## **АППАРАТУРНО-ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ**

**Вайнер В.Л., Прикот П.А.** Алгоритмическое обеспечение для повышения отказоустойчивости и контролепригодности наиболее ответственных каналов дискретного ввода в СУ ЭЭС

**Поленин В.И., Фоминских Л.С.** Дифференциальная задача трехточечного преследования и ее решение с применением метода траекторной телекоррекции

**Кошко В.А., Любчанский С.Л., Соколов С.Н.** Средства визуализации данных, зарегистрированных корабельными системами типа «Черный ящик»

**Кошко В.А.** Расчет надежности СМПС «Буревестник» с применением технологии общего логико-вероятностного метода

**Трубицын П.А.** Помехоустойчивость мажоритарного сложения в АСУ

**Попов Д.Е.** Опыт разработки и эксплуатации модулей на основе 16-рядных микроконтроллеров фирмы SIEMENS

**Иванов М. А., Хвощ С. Т.** Опыт и перспективы применения изделий ЗАО «Элкус» в корабельных СУ ТС

**Хвощ С.Т.** Продукция ЗАО «Элкус» для построения бортовых систем передачи информации и комплексов их отладки

**Пахоменков Ю.М.** О построении электророметрических преобразователей тока

**Змеев И.Ю., Лепешкин П.Н., Рыбакина Е.А.** Экономическое вычисление функций  $\sin(x)$  и  $\cos(x)$

#### **CALS-ТЕХНОЛОГИИ**

**Боброва И.Л., Бондаренко И.В., Гольтраф В.И.** Каталогизация как базовый элемент материально-технического обеспечения процесса эксплуатации изделий

#### **ИСПЫТАНИЕ**

**Азаров М.М., Ляпин В.И.** Основные результаты государственных испытаний системы управления динамическим позиционированием поисково-спасательного корабля

**Васильев В.С., Губанов Ю.А.** Методы и средства имитации отклонений параметров качества питающей сети при проверке функционирования систем управления на стенде предприятия-изготовителя

УДК 629.5.06

**Ключевые слова:** целевая программа, развитие, морская техника, реализация

**Перспективы развития судовой приборной техники при реализации федеральных целевых программ.** Жемойдо В.С., Князев А.Н., Черныш Ю.Н. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2010. Вып. 20. С. 3–9.

Статья знакомит с основными программными мероприятиями по созданию радиоэлектронного оборудования и автоматизированных систем управления для судов и морской техники гражданского назначения.

УДК 621.039

**Ключевые слова:** корабельные реакторные установки, системы управления и защиты (СУЗ), пусковая аппаратура, управление шаговыми двигателями приводов компенсирующих групп (КГ), выявление несанкционированных перемещений КГ, контроль, диагностирование

**История создания и развития систем управления и защиты корабельных реакторных установок.** Сурин С.Н., Цветков О.А., Линьков С.И., Савин В.П. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2010. Вып. 20. С. 29–32.

Основными факторами совершенствования систем управления и защиты являются:

— эволюция самих объектов управления – корабельных реакторных установок (РУ), совершенствование датчиков и исполнительных механизмов;

— ужесточение требований по безопасности, предъявляемых к этим установкам в комплексе с системами управления и защиты;

— повышение требований, которые предъявляются к качеству алгоритмов управления и защиты РУ, к объему представления информации и диагностированию состояния установки в процессе ее эксплуатации;

— технический прогресс в области средств электронной техники и вычислительной техники, который позволяет все более эффективно решать задачи, предъявляемые к системам управления и защиты.

Рассматривается история создания и развития систем управления и защиты корабельных реакторных установок. Анализируются особенности установок заказов второго и третьего поколений, соответственно, усложнение и расширение задач, стоящих перед СУЗ.

УДК 623.827:623.98

**Ключевые слова:** информационная поддержка, принятие решения, время устаревания, вероятность обнаружения

**Особенности формирования информационной поддержки командира ПЛ при использовании противокорабельного оружия по данным, поступающим от внешних источников целеуказания.** Андреев А.Б., Каштанкин В.В., Киваев Н.М., Степанков Ю.П. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2010. Вып. 20. С. 33–40.

В статье рассмотрены основные принципы информационной поддержки командира ПЛ при использовании противокорабельного оружия по данным, поступающим от внешних источников. Показаны основные пути выполнения данной задачи при значительных временах устаревания данных целеуказания. Приведен алгоритм принятия решения на проведение стрельбы в данных условиях.

УДК 623.9

**Ключевые слова:** планирование, зона безопасности, система управления, ПКР

**Проблема автоматизации планирования применения практических изделий.** Гаврилов А.Ф., Калачинский А.В., Михайлов В.О. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2010. Вып. 20. С. 41–45.

В статье рассматриваются существующие проблемы при планировании проведения практических стрельб противокорабельными крылатыми ракетами для экспортных образцов носителей, предложен способ их решения посредством автоматизации задачи планирования.

УДК 681.518.001.33

**Ключевые слова:** телеуправление, подводный аппарат, система телеуправления, ГАК

**Анализ возможных концепций телеуправления подводным аппаратом.** Андреев А.Б., Волобуев В.Н., Киваев Н.М., Скибицкий В.А., Фоминских Л.С. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2010. Вып. 20. С. 46–51.

В статье выполнен анализ возможных концепций телеуправления подводным аппаратом. Обоснована необходимость формализации данных концепций для эффективного применения подводного аппарата как по надводным, так и по подводным объектам.

УДК 681.518.001.33

**Ключевые слова:** телеуправление, телеуправляемая торпеда, система телеуправления, БИУС, АСБУ

**К вопросу о телеуправлении торпедами в залпе.** Волобуев В.Н., Киваев Н.М., Скибицкий В.А., Фоминских Л.С. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2010. Вып. 20. С. 52–55.

В статье рассмотрено состояние проблемы телеуправления в залпе зарубежными торпедами и тенденции совершенствования их СТУ. В связи с развитием активной компоненты противоторпедной защиты обоснована необходимость решения данной задачи в отечественных системах управления стрельбой.

УДК 629.12.06

**Ключевые слова:** структурная оптимизация управления, СДС, СКМ, маневрирование, движительно-рулевая колонка, продольная скорость дрейфующего судна, момент стабилизации курса, регулятор, ДРК

**Структурная оптимизация управления движением судна.** Болховитинов В.К. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2010. Вып. 20. С. 56–67.

В статье рассматриваются возможности структурной алгоритмизации СДС бурового и СКМ дрейфующего судов при маневрировании в режиме бурения и стабилизации заданного направления по курсу. Приводятся режимы управления движительно-рулевыми колонками (ДРК), обеспечивающие выполнение требований по точности в условиях воздействия возмущений морской среды и при ограничениях по мощности и составу судовых ДРК.

УДК 629.112(088.8)

**Ключевые слова:** аналитическое обеспечение, система позиционирования, якорная лебедка, координированное маневрирование, ЯСП, СДП, выдвижная поворотная колонка, полупогружная буровая установка

**Аналитическое обеспечение процессов управления комбинированной системы динамической стабилизации судов и платформ.** Болховитинов В.К., Мелехов Ю.С. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2010. Вып. 20. С. 68–81.

Рассматривается концептуальный подход к решению задачи построения комбинированной системы позиционирования судна, полупогружной буровой платформы (ППБУ) на основе алгоритмического взаимодействия якорной системы позиционирования (ЯСП) и системы динамического позиционирования (СДП). Приводятся аналитические соотношения, используемые при формировании алгоритмов управления ЯСП и СДП в типовых режимах управляемого движения ППБУ.

УДК 629.12.03

**Ключевые слова:** давление пара, частота вращения, расход питательной воды, качество переходных процессов

**Взаимосвязанное управление паропроизводящей и паротурбинной установками транспортного судна.** Берденников А.А., Шраер А.И. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2010. Вып. 20. С. 82–89.

Предложена система взаимосвязанного управления паропроизводящей и паротурбинной установками транспортного судна, обеспечивающая повышение качества процессов маневрирования энергоустановкой за счет регулирования расхода питательной воды с использованием как сигнала от датчика давления пара в главном паропроводе, так и сигнала от датчика частоты вращения гребного вала.

УДК 621. 11

**Ключевые слова:** питательная вода, насос, напорная характеристика, напор, расход, частота вращения

**Регулирование расхода питательной воды с помощью нескольких насосов.** Берденников А.А., Нахимов В.Н., Хаюзко М.В. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2010. Вып. 20. С. 90–101.

Рассмотрена совместная работа питательных насосов, имеющих напорные характеристики с экстремальными зависимостями напора от расхода при постоянной частоте вращения насоса. Предложены способы управления насосами, обеспечивающие их равномерную нагрузку и отсутствие колебательных режимов работы.

УДК 629.5.035:621.039

**Ключевые слова:** система, контур, регулирование, ЯЭУ, ППУ, ПТУ, КТ, КПС, расход, питательный клапан, погрешность

**Построение систем регулирования параметров II контура перспективных корабельных систем ЯЭУ.** Балакин А.В., Гафуров Т.Х. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2010. Вып. 20. С. 102–106.

В статье рассматриваются принципиальные вопросы, учитываемые при построении систем регулирования параметров II контура корабельных ЯЭУ III и IV поколений; дается обзор вышеуказанных принципов построения систем регулирования, а также достоинства и недостатки примененных решений по разработке систем управления.

УДК629.12.681.518

**Ключевые слова:** электроэнергетическая система корабля, нарушение электроснабжения при питании с берега, защита потребителей электроэнергии

**Об управлении корабельной электростанцией при питании с берега.** Нахимова О.Я., Шилов Ю.К. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2010. Вып. 20. С. 107–119.

Рассмотрены принципы управления электроэнергетической системой корабля при питании с берега, проанализированы возможные нарушения питания с берега и способы защиты потребителей электроэнергии.

УДК 681.52/58:621.311.629.6

**Ключевые слова:** СУ ЭЭС, канал дискретного ввода, отказоустойчивость, контролепригодность, автоматический выключатель, замыкающий контакт, размыкающий контакт, неисправность типа обрыв (короткое замыкание), битовый массив, состояние исполнительного органа

**Алгоритмическое обеспечение для повышения отказоустойчивости и контролепригодности ответственных каналов дискретного ввода в СУ ЭЭС.** Вайнер В.Л., Прикот П.А. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2010. Вып. 20. С. 120–124.

В статье проведен сравнительный анализ контролепригодности и отказоустойчивости важнейших для СУ ЭЭС каналов дискретного ввода информации о состоянии (включен-выключен) автоматических выключателей главного тока при использовании в данном канале различных алгоритмов обработки входной информации. Предложен подход к обработке информации от двух каналов, базирующийся на обработке битового массива  $4 \times 16$ , в котором каждой строке, образованной битами состояний замыкающих и размыкающих контактов первого и второго каналов, однозначно соответствует определенное состояние автоматического выключателя и (или) неисправности каналов.

УДК 004.415.2

**Ключевые слова:** преследование, дифференциальные игры, метод траекторной телекоррекции

**Дифференциальная задача трехточечного преследования и ее решение с применением метода траекторной телекоррекции.** Поленин В.И., Фоминских Л.С. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2010. Вып. 20. С. 125–133.

Основными проблемами в дифференциальных играх являются выработка принципа оптимальности (определение того, что является оптимальным поведением), доказательство его существования и поиск аналитических методов или численных алгоритмов нахождения оптимального решения.

В статье рассматривается дифференциальная задача трехточечного преследования теленаведения, когда местоположение убегающего игрока известно лишь с точностью до его подвижной линии положения, проходящей через опорную подвижную точку с известными параметрами движения.

УДК 629.5.058

**Ключевые слова:** средства визуализации, система мониторинга, «черный ящик»

**Средства визуализации данных, зарегистрированных корабельными системами типа «Черный ящик».** Кошко В.А., Любчанский С.Л., Соколов С.Н. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2010. Вып. 20. С. 134–139.

В данной статье описывается система визуализации информации, поступающей из буев корабля, потерпевшего катастрофу, через спутниковые каналы и каналы УКВ. Технические возможности системы позволяют через визуализацию информации, поступающей от буев, не только анализировать информацию для предотвращения последствий катастрофы, но и способствовать спасению личного состава терпящего катастрофу корабля.

УДК 62-192:681.325.6

**Ключевые слова:** система мониторинга, надежность, логико-вероятностный метод

**Расчет надежности системы мониторинга повышенной стойкости «Буревестник» с применением технологии общего логико-вероятностного метода.** Кошко В.А. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2010. Вып. 20. С. 140–149.

В данной статье описаны новые методы расчетов надежности современных сложных систем, допускающих деградацию (типа «черный ящик»). Результаты подтверждаются существующим методом, применяемым на предприятии.

УДК 629.12, 681.518

**Ключевые слова:** помехоустойчивость, вероятность, робастность, дискретное сложение

**Помехоустойчивость мажоритарного сложения в АСУ.** Трубицын П.А. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2010. Вып. 20. С. 151–157.

Оценивается помехоустойчивость вариантов мажоритарного дискретного сложения в корабельных АСУ. Рассматривается передача дискретной информации двухбитовыми данными, позволяющими определять как двоичное состояния датчика (10 – включено, 01 – отключено), так и неопределенности при приеме информации (00, 11). Предлагается производить сложение в центральном приборе (ЦПУ) для возможности диагностирования каналов данных в момент сложения и ведения статистики. Описаны разные варианты мажоритарного дискретного сложения при трехканальной и четырехканальной передаче данных, приведены формулы расчета вероятностей правильного приема и трансформаций. Предлагается гибко объединять варианты для подбора требуемых вероятностных характеристик дискретного сложения, а также отображать на экранах ЦПУ признаки при появлении неопределенностей в каналах для оценки робастности результатов сложения.

УДК 629.5

**Ключевые слова:** микроконтроллеры, фирма Siemens, отказоустойчивость, система управления

**Опыт разработки и эксплуатации модулей на основе 16-разрядных микроконтроллеров фирмы Siemens.** Попов Д.Е. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2010. Вып. 20. С. 158–162.

В статье рассмотрен ряд модулей разработки ОАО «Концерн «НПО «Аврора» на основе микроконтроллеров фирмы Siemens. Отмечается, что применение микроконтроллеров семейства SAB80C16x позволило создать множество отказоустойчивых систем управления нижнего уровня иерархии.

УДК 681.324

**Ключевые слова:** МКИО, унифицированный стек сетевых протоколов, интерфейсный модуль, повторитель, коммутатор

**Опыт и перспективы применения изделий ЗАО «Элкус» в корабельных СУ ТС.** Иванов М.А., Хвощ С.Т. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2010. Вып. 20. С. 163–165.

В статье рассматриваются особенности реализации и опыт применения изделий ЗАО «Элкус» в мультиплексорных каналах информационного обмена МКИО (ГОСТ 26765.52-87, ГОСТ 52070-2003, MIL-STD-1553B) корабельных систем управления



техническими средствами. Анализируются перспективы применения коммутаторов Ethernet ESW6U разработки ЗАО «Элкус».

УДК 681.883.062

**Ключевые слова:** устройства сопряжения, бортовая система передачи информации, отладка

**Продукция ЗАО «Элкус» для построения бортовых систем передачи информации и комплексов их отладки.** Хвощ С.Т. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2010. Вып. 20. С. 166–170.

В статье рассматриваются устройства сопряжения с бортовым интерфейсом MIL-STD-1553B (ГОСТ 26765-87, ГОСТ Р52070-2003), ARINC-429 (ГОСТ 18977-79), Ethernet, промышленным интерфейсом CAN-BUS.

УДК 621.317.089.6

**Ключевые слова:** электрометрические преобразователи тока, методы, расчеты, погрешность, модели

**О построении электрометрических преобразователей тока.** Пахоменков Ю.М. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2010. Вып. 20. С. 171–178.

Рассматриваются электрометрические преобразователи малых токов, их математические модели и схемотехнические особенности, описаны методы компенсации погрешности, приведены результаты расчета метрологических характеристик средствами математической программы Mathcad.

УДК 681.34

**Ключевые слова:** тригонометрические и трансцендентные функции, аппроксимация, функции  $\sin(x)$ ,  $\cos(x)$ , полином Лежандра

**Экономичное вычисление функций  $\sin(x)$  и  $\cos(x)$ .** Змеев И.Ю., Лепешкин П.Н., Рыбакина Е.А. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2010. Вып. 20. С. 179–185.

Рассматриваются вопросы, связанные с вычислением тригонометрических и трансцендентных функций с заданной точностью и ограниченным числом циклов микроконтроллера.

Предлагается аппроксимация функций  $\sin(x)$  и  $\cos(x)$  полиномами Лежандра первого рода. Анализируются полученные результаты.

УДК 629.5.06-025.3

**Ключевые слова:** каталогизация, материально-техническое обеспечение (МТО), жизненный цикл

**Каталогизация как базовый элемент материально-технического обеспечения процесса эксплуатации изделий.** Боброва И.Л., Бондаренко И.В., Гольтраф В.И. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2010. Вып. 20. С. 186–189.

В статье рассматриваются каталожные описания в составе Единого кодификатора предметов снабжения для федеральных государственных нужд, предусматривающие три метода индификации предметов снабжения, гармонизированные с принятыми в системе каталогизации НАТО.

УДК 629.5.06:629.566

**Ключевые слова:** испытание, система управления движением и динамическим позиционированием, поисково-спасательный корабль

**Основные результаты государственных испытаний системы управления динамическим позиционированием поисково-спасательного корабля.** Азаров М.М., Ляпин В.И. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2010. Вып. 20. С. 190–200.

В статье приведены основные результаты, полученные в ходе проектирования, наладки и испытаний первой отечественной интегрированной системы управления движением и динамическим позиционированием (СУД и ДП) «Магнетит».

УДК 621.317:629.12 083.72

**Ключевые слова:** качество питающей сети, имитация, отклонение, функционирование, система управления, стенд

**Методы и средства имитации отклонений параметров качества питающей сети при проверке функционирования систем управления на стенде предприятия-изготовителя.** Васильев В.С., Губанов Ю. А. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб., 2010. Вып. 20. С. 201–209.

Приведены показатели качества электрической энергии: теоретические и нормативно-технические основы; небаланс напряжений, искажение синусоидальности кривой напряжения переменного тока, амплитудная низкочастотная модуляция питающей сети.