

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

# СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

## CONTROL AND INFORMATION PROCESSING SYSTEMS

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

Выпуск 3(38) сентябрь

Санкт-Петербург  
2017

## **СОДЕРЖАНИЕ**

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

**А.А. Берденников, М.В. Ларионов.** Оценка машинного времени расчета программ работы функциональных модулей

**В.О. Коляда, В.А. Третьяков.** О применении системы диспетчерского контроля и управления «Фокус» в информационно - управляющих системах повышенной надежности

**А.В. Кутын, Ю.Л. Лукашев, А.Н. Скрипачев, В.П. Талалаев.** Исследование и устранение причин задержек передачи информации в системе управления

### **АППАРАТНО – ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ**

**В.В. Гаранин, Ю.М. Пахоменков.** О некоторых методах имитации термомпреобразователей сопротивления

**А.Н. Козелько.** Использование унифицированных шин передачи данных в архитектуре вычислительных приборов современных систем управления техническими средствами

**Ф.Ф. Незамутдинов.** Анализ схемотехнических решений интеллектуальных конфигурируемых модулей устройства сопряжения с объектом

### **ЭРГОНОМИКА**

**Т.А. Гончарова.** Практическая эргономика акустических и виброшумовых характеристик корабельных систем управления техническими средствами

### **ТРЕНАЖЕРЫ**

**В.В.Кобзев, Ю.Н.Сизов.** Новое поколение корабельных тренажёров

### **ИСПЫТАНИЯ**

**Л.А. Массов.** Мобильные средства испытаний как элемент комплектации корабельных систем управления

**И.В.Парыгин, А.Н.Стариков.** Развитие методов вибрационных испытаний электронных устройств

## CONTENTS

### AUTOMATED CONTROL SYSTEMS FOR A SHIP AND CIVILIAN OBJECTS

**A.A. Berdennikov, M.V. Larionov.** Evaluation of computing time required for calculation of operation programs for functional modules

**V.O. Kolyada, V.A. Tretyakov.** Application of Focus supervisory monitoring and control system in robust information and control systems

**A.V. Kutyin, Yu.L. Lukashev, A.N. Skripachev, V.P. Talalaev** Surveying and elimination of causes of data transfer delays in control system

### HARDWARE AND SOFTWARE SOLUTIONS

**V.V. Garanin, Yu.M. Pakhomenkov.** About some methods of simulation of resistance temperature detectors

**A.N. Kozelko.** Use of unified data buses in computer architecture of present-day equipment control systems

**F.F. Nezamutdinov.** Analysis of circuit engineering solutions for configurable intelligent modules of a sensor-to-computer interface unit

### ERGONOMICS

**T.G. Goncharova.** Practical ergonomics of acoustic and noise and vibration properties of shipborne equipment control systems

### SIMULATORS

**V.V. Kobzev, Yu.N. Sizov.** New-generation shipborne trainers

### TESTING

**L.A. Massov.** Mobile testing aids as components of shipborne control systems

**I.V. Parygin, A.N. Starikov.** Development of vibration testing methods of electronic units

УДК 629.5.03.001.57

**Ключевые слова:** функциональный модуль, реальный масштаб времени, машинное время расчета, программа, модель энергетической установки

**Оценка машинного времени расчета программ работы функциональных модулей.** А.А. Берденников, М.В. Ларионов //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО “Концерн “НПО “Аврора”. СПб. 2017. Вып. 3(38). С. 5–9.

Предложена программа определения машинного времени расчета работы функциональных программных модулей, образующих модель энергетической установки. Использование программы обеспечивает разработку и корректировку программного обеспечения ЭУ с точки зрения создания ее имитационной модели, работающей в реальном масштабе времени.

УДК 681.324

**Ключевые слова:** система диспетчеризации, контроля и управления, SCADA, база данных реального времени, защищенная операционная система реального времени

**О применении системы диспетчерского контроля и управления “Фокус” в информационно-управляющих системах повышенной надежности.** В.О. Коляда, В.А. Третьяков //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО “Концерн “НПО “Аврора”. СПб. 2017. Вып. 3(38). С. 10–14.

В статье рассмотрена современная отечественная система диспетчеризации, контроля и управления “Фокус”. Приведена её структура, основные характеристики аппаратно-программной платформы. Определены основные особенности интегрирования в защищенную операционную систему реального времени “Нейтрино”.

УДК 621.039

**Ключевые слова:** информационные каналы, информационно-вычислительная сеть системы управления ЯЭУ, задержки в передаче информации

**Исследование и устранение причин задержек передачи информации в системе управления.** А.В. Кутьин, Ю.Л. Лукашев, А.Н. Скрипачев, В.П. Талалаев //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО “Концерн “НПО “Аврора”. СПб. 2017. Вып. 3(38). С. 5–22.

При экспериментальных исследованиях стендовой реакторной установки выявлены случаи потери информации, регистрируемой измерительно-вычислительным комплексом. Выявлены и устранены причины возникновения задержек в передаче информации в сети системы управления. Проведены экспериментальные исследования влияния отдельных составляющих информационно-вычислительной сети системы управления, функционального программного обеспечения приборов на величину запаздывания при передаче информации. Результаты исследований применены при настройке аппаратуры информационно-вычислительной сети системы управления ЯЭУ, изменено программное обеспечение приборов системы управления. Реализовано программно-техническое решение по вычислению максимального времени обмена измерительно-вычислительного комплекса с каждым прибором системы управления во время проведения эксперимента.

УДК 621.317.799

**Ключевые слова:** автоматика, термопреобразователи сопротивления, имитация объекта контроля

**О некоторых методах имитации термопреобразователей сопротивления.** В.В. Гаранин, Ю.М. Пахоменков //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО “Концерн “НПО “Аврора”. СПб. 2017. Вып. 3(38). С. 23–33.

Рассмотрены вопросы имитации термопреобразователей сопротивления с помощью управляемого источника напряжения при динамической верификации систем управления. Исследован итерационный алгоритм имитации. Предложен метод, не требующий выполнения итераций. Приведены расчётные соотношения для оценки погрешности имитации. Представлены результаты моделирования имитатора и практические рекомендации по его созданию.

УДК 621.316.311

**Ключевые слова:** шина, магистраль, система управления, контролепригодность, модульная система

**Использование унифицированных шин передачи данных в архитектуре вычислительных приборов современных систем управления техническими средствами.** А.Н. Козелько //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО "Концерн "НПО "Аврора". СПб. 2017. Вып. 3(38). С. 34–41.

В статье излагаются технические решения, используемые при разработке магистрально-модульных вычислительных систем пультов и периферийных приборов бортовых систем управления, разрабатываемых предприятием АО "Концерн "НПО "Аврора". Рассказывается о традиционно применяемом стандарте *VME*, новом опыте применения *Compact PCI Serial*, а также о проработках по созданию новых связанных архитектур с коммутацией соединений создания ее имитационной модели, работающей в реальном масштабе времени.

УДК 681.883.67

**Ключевые слова:** устройство сопряжения с объектом, схемотехнические решения, модуль дискретного ввода, моделирование, элементная база, широтно-импульсная модуляция

**Анализ схемотехнических решений интеллектуальных конфигурируемых модулей устройства сопряжения с объектом.** Ф.Ф. Незамутдинов //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО "Концерн "НПО "Аврора". СПб. 2017. Вып. 3(38). С. 42–51.

На основе результатов проведенной в АО "Концерн "НПО "Аврора" опытно-конструкторской работы "Создание комплекта интеллектуальных конфигурируемых модулей устройства сопряжения с объектом" представлен сравнительный анализ схемотехнических решений модулей дискретного ввода с шиной *VME* под типовые каналы стандартизированного ввода. С использованием пакета моделирования *PSpice* исследованы четыре варианта схемотехнических решений, выявлены их преимущества и недостатки, что позволило определить решение, наиболее соответствующее заданным техническим характеристикам. Созданный прототип модуля дискретного ввода продемонстрировал свою работоспособность по результатам климатических и функциональных испытаний.

УДК 331.101.1

**Ключевые слова:** эргономика, автоматизированная система управления, оператор, акустические сигналы опасности, шум

**Практическая эргономика акустических и виброшумовых характеристик корабельных систем управления техническими средствами.** Т.А. Гончарова //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО "Концерн "НПО "Аврора". СПб. 2017. Вып. 3(38). С. 52–55.

В статье рассмотрена система звуковых и световых сигналов опасности, выполняемая оценка виброшумовых показателей пультовой аппаратуры.

УДК 371.69

**Ключевые слова:** тренажер, оператор, модуль, навык, деятельность, модель, видеокادر, имитация, пульт управления, подготовка

**Новое поколение корабельных тренажеров.** В.В. Кобзев, Ю.Н. Сизов //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО "Концерн "НПО "Аврора". СПб. 2017. Вып. 3(38). С. 56–63.

В статье описываются принципы и положения концепции создания тренажеров нового поколения, разрабатываемых в АО "Концерн НПО "Аврора" для отечественного ВМФ и зарубежных заказчиков. Применение технико-педагогических принципов и положений проиллюстрировано на конкретном примере разработки тренажера для подготовки корабельных операторов электромеханических специальностей.

Подробно описано содержание модуля тактико-специального тренажерного комплекса, позволяющего отрабатывать интеллектуальные навыки управления техническими средствами.

Показаны пути сокращения стоимости и времени создания тренажера. Представлены компоненты моделирующего устройства, в состав которых в обязательном порядке должны входить модели внутренней и внешней сред корабля.

Указывается также, что все технические решения в процессе разработки тренажера должны базироваться на анализе деятельности специалиста в условиях корабля и с учетом педагогических целей и задач обучения.

УДК 629.5.018.26: 629.5.06

**Ключевые слова:** средства испытаний, ПАК, система управления, ФПО

**Мобильные средства испытаний как элемент комплектации корабельных систем управления.** Л.А. Массов //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО "Концерн "НПО "Аврора". СПб. 2017. Вып. 3(38). С. 64–67.

В статье рассмотрены основные функции мобильных программно-аппаратных комплексов для проведения испытаний систем автоматического управления на Объекте при первичной установке системы и при её ремонте. Рассмотрена необходимость включения мобильных средств испытаний в комплектацию корабельной системы управления при её поставке предприятием-изготовителем.

УДК 62-93

**Ключевые слова:** микроэлектроника, электромеханический привод, плата управления, вибрация, виброзащита, визуализация, резонанс, надёжность

**Развитие методов вибрационных испытаний электронных устройств.** И.В. Парыгин, А.Н. Стариков //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО "Концерн "НПО "Аврора". СПб. 2017. Вып. 3(38). С. 68–71.

Выполнено исследование путей повышения эффективности измерения вибрационной активности микроэлементов электротехнического устройства и стоячих волн композитной платы. Разработана методика проведения вибрационных испытаний как комплексной процедуры, включающей одновременное снятие и фиксацию данных в автоматическом режиме с последующей их обработкой и анализом характеристик конструктивной и микроэлектронной базы с визуализацией результатов вибрационных испытаний микроэлектроники СУ приводов ГТД.

UDC 629.5.03.001.57

**Key words:** functional module, real time, computing time, program, propulsion plant model

**Evaluation of computing time required for calculation of operation programs for functional modules.** A.A. Berdennikov, M.V. Larionov //Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect./Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2017. Issue 3(38) C. 5–9.

A program is offered for determination of computing time required for calculation of operation of functional software modules, which constitute a propulsion plant model. Such program facilitates the development and updating of propulsion plant software enabling creation of its real time simulation model.

UDC 681.324

**Key words:** supervisory control and data acquisition system, SCADA, real time database, secured real-time operating system

**Application of Focus supervisory monitoring and control system in robust information and control systems.** V.O. Kolyada, V.A. Tretyakov //Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect./Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2017. Issue 3(38) C. 10–14.

This article covers a modern home-made Focus supervisory monitoring and control system. The article describes the structure of the system and the basic features of its hardware and software platform. The key aspects of integration of the Focus system into the Neutrino real-time secured operating system are defined.

UDC 621.039

**Key words:** information channel, computation network, control systems of NPP, data transmission delays

**Surveying and elimination of causes of data transfer delays in control system.** A.V. Kutynin, Yu.L. Lukashev, A.N. Skripachev, V.P. Talalaev //Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect./Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2017. Issue 3(38) C. 15–22.

In the course of experimental research of bench reactor plant, cases of loss of information were detected, which were registered by measurement and computing system. Causes of information transmission delays in the control system network were identified and rectified. Experimental research of the influence of individual constituent parts of information and computing network of the control systems and functional software of the devices on information transmission lag factor was completed. Results of the research were used in the course of tuning the equipment of the information and computation network of the nuclear propulsion plant control system, and amendments were made in control system devices' software. Engineering and software solution for calculation of the maximum time of data exchange between the measuring and computation system and each device of the nuclear propulsion plant control system was implemented.

UDC 621.317.799

**Key words:** automatics, resistance temperature detectors, simulation of object under monitoring

**About some methods of simulation of resistance temperature detectors.** V.V. Garanin, Yu.M. Pakhomenkov//Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect./Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2017. Issue 3(38) C. 23–33.

The issues related to simulation of resistance temperature detectors that is performed using the controlled voltage source in the course of dynamic verification of control systems are considered. Iteration algorithm of simulation is studied. The method is offered, that does not require iterations. Design ratios for evaluation of simulation error are specified. Simulator modeling results are presented and practical recommendations on its creation are given.

UDC 621.316.311

**Key words:** bus, backbone, control system, testability, modular system

**Use of unified data buses in computer architecture of present-day equipment control systems.** A.N. Kozelko//Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect./Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2017. Issue 3(38) C. 34–41.

The article describes solutions for the development of bus modular computing systems for consoles and peripheral devices of shipborne control systems developed by Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. Traditionally used *VME* standard is mentioned, and the new experience of application of *Compact PCI Serial*, as well as studies related to creation of new communication-oriented architectures with switched connection, as well as creation of real-time simulation model of such architecture.

UDC 681.883.67

**Key words:** sensor-to-computer interface unit, circuit engineering solutions, discrete input module, modeling, component base, pulse-width modulation

**Analysis of circuit engineering solutions for configurable intelligent modules of a sensor-to-computer interface unit.** F.F. Nezamutdinov//Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect./Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2017. Issue 3(38) C. 42–51.

Based on the results of the research and development project “Creation of a set of configurable intelligent modules of a sensor-to-computer interface unit” that was implemented at Concern Avrora Scientific and Production Association JSC, comparative analysis of circuit engineering solutions, which configure discrete input modules with *VME* bus to adapt them for type normalized input channels, is represented. Four options of circuit engineering solutions were studied using *PSpice* simulation package, their advantages and deficiencies were identified, thus facilitating determination of the solution that corresponds to preset technical characteristics to the maximum extent. The created prototype discrete input module has demonstrated its operating capability in the course of the climatic and functional tests.

UDC 331.101.1

**Key words:** ergonomics, automated control system, operator, audible danger signals, noise

**Practical ergonomics of acoustic and noise and vibration properties of shipborne equipment control systems.** T.G. Goncharova//Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect./Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2017. Issue 3(38) C. 52–55.

The articles covers a system of audible and light danger signals and represents evaluation of noise and vibration rating of console equipment.

UDC 371.69

**Key words:** trainer, operator, module, skill, activity, module, video frame, simulation, control console, training

**New-generation shipborne trainers.** V.V. Kobzev, Yu.N. Sizov//Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect./Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2017. Issue 3(38) C. 52–63.

The article covers the principles and provisions of the concept of creation of new-generation trainers at Concern Avrora Scientific and Production Association JSC for the Russian Navy and foreign customers. Use of engineering and pedagogical principles and provisions is illustrated through the specific example of development of the trainer for engineering staff.

Detailed description of the module of the special tactical training system that enables training intellectual skills of equipment control is given.

The ways of reduction of trainer development cost and time are outlined. The components of the simulator are represented that must include the models of inside and outside environment of the ship.

It is also stated that all engineering solutions in the course of the development of the trainer should be based on the analysis of activity of a specialist on board the ship with consideration of the pedagogical objectives and targets of the training.



UDC 629.5.018.26: 629.5.06

**Key words:** test aids, hardware and software package, control system, functional software

**Mobile testing aids as components of shipborne control systems.**

L.A. Massov//Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect./Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2017. Issue 3(38) C. 64–67.

The article covers the basic functions of the mobile hardware and software packages for on-site testing of the automatic control systems, both when the system is installed for the first time and when it is repaired. The necessity of introduction of the mobile testing aids in the set of equipment of the shipborne control system when the same is delivered by OEM is considered.

UDC 62-93

**Key words:** microelectronics, electromechanical drive, control board, vibration, vibration protection, visualization, resonance, reliability

**Development of vibration testing methods of electronic units.**

I.V. Parygin, A.N. Starikov//Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect./Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2017. Issue 3(38) C. 68–71.

Study of the ways of improving the effectiveness of vibration activity measurement for microelements of an electrical device and standing waves of a composite board is completed. Methodology for vibration tests as a composite procedure has been developed, which comprises simultaneous readout and record of data in the automatic mode and subsequent processing of the data and analysis of the characteristics of the structural and microelectronic components along with visualization of vibration test results of the microelectronic equipment of the control systems of gas-turbine engine drives.