

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 1(44) март

Санкт-Петербург  
2019

## СОДЕРЖАНИЕ

### АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОРАБЛЕЙ И ОБЪЕКТОВ ГРАЖДАНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**И.С. Волков.** Оценка запасов устойчивости в системе регулирования давления пара судовой энергетической установки

**Ф.Ф. Незамутдинов.** Особенности применения семантического подхода при построении децентрализованной интеллектуальной информационно-управляющей системы

**У.А. Таушева.** Анализ применения новых типов обратных связей в системе динамического позиционирования судна

### АППАРАТНО-ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

**А.А. Берденников.** Выбор параметров и реализация оптимального управления работой каталитического конвертора воздухонезависимой энергоустановки

**Д.Л. Евланников.** Перспективы применения многофункционального узла сторожевого таймера в системах управления техническими средствами

**С.И. Линьков, В.П. Савин.** Способ повышения качества регулирования температуры при разогреве теплоносителя в корабельной реакторной установке

**Ю.М. Пахоменков.** О применении инвариантного свойства сигналов индукционных датчиков в устройствах контроля частоты вращения

**К.В. Рогожин.** Управляемый *ETHERNET*-коммутатор на основе отечественной элементной базы

### ИСПЫТАНИЯ

**Э.Г. Берестовицкий, Ю.А. Гладилин, А.А. Франтов.** Регулирование параметров подачи рабочей среды с помощью насосной установки переменной производительности в условиях стенда СУ ПЭУ

### CALS-ТЕХНОЛОГИИ

**А.В. Калачинский, И.Н. Яценко.** Генерация описания работы автоматных программ в документ формата *PDF*

## CONTENTS

### AUTOMATED CONTROL SYSTEMS FOR SHIPS AND CIVILIAN OBJECTS

**I.S. Volkov.** Estimation of stability margin in a steam pressure regulation system of a shipboard propulsion plant

**F.F. Nezamutdinov.** Specific aspects of the use of semantic approach during construction of a decentralized intelligent information and control system

**U.A. Tausheva.** Analysis of the use of new types of feedbacks in a dynamic positioning system of a vessel

### HARDWARE AND SOFTWARE SOLUTIONS

**A.A. Berdennikov.** Selection of parameters and implementation of optimal operation control of a catalytic converter of an air-independent propulsion plant

**D.L. Evlannikov.** Prospects for the use of multifunction watchdog timer assembly in control systems of technical facilities

**S . I . L i n k o v , V . P . S a v i n .** Way to improve the quality of temperature regulation during warming up of heat carrier in a marine reactor plant

**Yu.M. Pakhomenkov.** On application of invariant property of signals of induction sensors in the devices for rotation velocity monitoring

**K.V. Rogozhin.** Managed *Ethernet*-switch based on domestically made hardware components

### TESTS

**E.G. Berestovitskiy, Yu.A. Gladilin, A.A. Frantov.** Adjustment of working fluid feeding parameters by means of variable-capacity pumping unit in conditions of testing bench of a steam power plant control system

### COMPUTER-AIDED DESIGN SYSTEMS

**A.V. Kalachinskiy, I.N. Yashchenko.** Generation of description of automata-based programs operation to a PDF document

УДК 629.5.03, 629.5.07

**Ключевые слова:** судовая энергетическая установка, система автоматического регулирования, регулятор давления пара, запасы устойчивости, *Matlab*

**Оценка запасов устойчивости в системе регулирования давления пара судовой энергетической установки.** Волков И.С. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО «Концерн «НПО «Аврора». СПб, 2019. Вып. 1(44). С. 5–18.

В статье приводится методика оценки запасов устойчивости в контуре регулирования давления пара судовой энергетической установки частотными методами с использованием программного обеспечения *Matlab*.

УДК 681.883.67

**Ключевые слова:** структурная схема, информационно-управляющая система, семантическое сжатие информации, управляющее устройство, объект управления

**Особенности применения семантического подхода при построении децентрализованной интеллектуальной информационно-управляющей системы.** Незамутдинов Ф.Ф. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО «Концерн «НПО «Аврора». СПб. 2019. Вып. 1(44). С. 19–28.

Произведен анализ структур информационно-управляющей системы (ИУС). Определен основной состав требований к ИУС, обеспечивающих необходимые характеристики системы при децентрализованной структуре. В качестве механизма, уменьшающего объемы передаваемых данных и снижающего требования к вычислительным ресурсам выбран семантический подход. Таким образом достигается решение задачи сжатия информации без изменения структуры сетей ИУС и без замены процессорного модуля (контроллера) на более мощный и энергозатратный.

УДК 681.511.46

**Ключевые слова:** математическая модель, судно, динамическое позиционирование, новые типы обратных связей

**Анализ применения новых типов обратных связей в системе динамического позиционирования судна.** Таушева У.А. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО «Концерн «НПО «Аврора». СПб. 2019. Вып. 1(44). С. 29–37.

В статье предложен новый подход к разработке алгоритмов для систем управления динамическим позиционированием судов с использованием новых типов обратных связей. Подробно рассмотрен координатно-операторный тип обратной связи. Вычислительные эксперименты производились с полной моделью судна, реализованной в среде отечественного программного комплекса *SimInTech*.

УДК 629.5.03-8

**Ключевые слова:** конвертор, катализатор, парогазовая смесь, скорость каталитической реакции, температура, тепловыделение, оптимизация, экстремальная зависимость, неустойчивая работа

**Выбор параметров и реализация оптимального управления работой каталитического конвертора воздухонезависимой энергоустановки.** Берденников А.А. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО «Концерн «НПО «Аврора». СПб. 2019. Вып. 1(44). С. 38–48.

Рассмотрены пути поиска значений температуры парогазовой смеси в каталитическом конверторе, обеспечивающих максимальное производство водорода, основанные на контроле скорости изменения температуры при программном управлении подачей технологической воды в конвертор. Разработаны и апробированы на математической модели программы поиска указанных значений температуры.

УДК 004.35+681.17

**Ключевые слова:** система управления, шина *VMEbus*, сторожевой таймер, контроль и регистрация событий, дискретный ввод-вывод

**Перспективы применения многофункционального узла сторожевого таймера в системах управления техническими средствами.** Евланников Д.Л. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО «Концерн «НПО «Аврора». СПб. 2019. Вып. 1(44). С. 49–54.

В статье рассмотрены вопросы организации и применения многофункционального узла сторожевого таймера с энергонезависимой памятью в приборах систем управления с VME интерфейсом устройств сопряжения с объектом.

УДК 621.039

**Ключевые слова:** Системы управления и защиты корабельных реакторных установок, регулирование температуры теплоносителя, режим разогрева, отклонения температуры теплоносителя от программного значения, производная температуры, «обратный» период, производная отклонения фактической мощности от заданного значения, релейный закон управления

**Способ повышения качества регулирования температуры при разогреве теплоносителя в корабельной реакторной установке.** Линьков С.И., Савин В.П. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО «Концерн «НПО «Аврора». СПб. 2019. Вып. 1(44). С. 55–62.

На кораблях и судах с атомными энергетическими установками используются преимущественно реакторные установки с водо-водяными реакторами, прямоточными парогенераторами и газовой системой компенсации давления в первом контуре. В режиме разогрева система управления должна устойчиво поддерживать требуемую скорость повышения температуры теплоносителя, которая является безопасной для активной зоны и других элементов конструкции реакторной установки.

Значения дифференциальной эффективности для одной группы компенсирующих стержней могут изменяться в 5-10 раз в зависимости от ее положения в активной зоне. Эти особенности приходится учитывать при разработке алгоритмов управления процессом разогрева. Для повышения качества переходных процессов в режиме разогрева предложено использовать в законе управления, в дополнение к имеющимся сигналам, значение производной отклонения фактической мощности от заданного значения.

УДК 621.317.361

**Ключевые слова:** индукционные датчики, преобразователи сигналов, инвариантность, математическая модель, структурное и схемотехническое моделирование

**О применении инвариантного свойства сигналов индукционных датчиков в устройствах контроля частоты вращения.** Пахоменков Ю.М. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО «Концерн «НПО «Аврора». СПб. 2019. Вып. 1(44). С. 63–76.

Сформулировано инвариантное свойство и его следствия для синусоидальных и импульсных выходных напряжений индукционных датчиков частоты вращения. Описана методика синтеза нормирующих преобразователей в составе тахометрических приборов. Представлены результаты моделирования двухканального нормирующего преобразователя синусоидального и импульсного сигналов датчика типа ДТИ-240.

УДК 004.714

**Ключевые слова:** микроконтроллер, *Ethernet*, коммутатор, концентратор, тестирование, *RFC 2544*

**Управляемый *Ethernet*-коммутатор на основе отечественной элементной базы.** Рогожин К.В. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО «Концерн «НПО «Аврора». СПб. 2019. Вып. 1(44). С. 77–81.

В статье представлен узел управляемого сетевого коммутатора, разработанный на основе отечественных микросхем 5600ВВ3Т. Приведены результаты тестирования и сравнения представленного коммутатора с аналогом, реализованным на импортной элементной базе.

УДК 621.22-546

**Ключевые слова:** гидравлический стенд, насосы, частотные преобразователи, регулирующие клапана

**Регулирование параметров подачи рабочей среды с помощью насосной установки переменной производительности в условиях стенда СУ ПЭУ.** Берестовицкий Э.Г., Гладиллин Ю.А., Франтов А.А. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО «Концерн «НПО «Аврора». СПб. 2019. Вып. 1(44). С. 82–92.

В статье рассмотрен метод частотного регулирования параметров подачи рабочей среды насосами на гидравлическом стенде. Метод позволяет минимизировать применение дросселирующих устройств и снизить уровень акустической и вибрационной помех на измерительном участке стенда.

УДК 004.91

**Ключевые слова:** гидравлический стенд, насосы, частотные преобразователи, регулирующие клапана

**Генерация описания работы автоматных программ в документ формата PDF.** Калачинский А.В., Яценко И.Н. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО «Концерн «НПО «Аврора». СПб. 2019. Вып. 1(44). С. 93–98.

В статье представлена технология и методика генерации документации в формате *PDF*, которая описывает работу алгоритмов, разработанных на основе автоматного подхода к проектированию ПО. Рассмотрен пример преобразования графа переходов автомата в документ, содержащий описание его реализации.

UDC 629.5.03, 629.5.07

**Key words:** shipboard propulsion plant, automatic regulation system, steam pressure regulator, stability margin, Matlab

**Estimation of stability margin in a steam pressure regulation system of a shipboard propulsion plant.** I.S. Volkov //Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2019. Issue 1(44). P. 5–18.

The article presents the methods for evaluation of stability margin in a control loop of steam pressure of a shipboard propulsion plant by means of frequency method with the use of the Matlab software.

UDC 681.883.67

**Key words:** Schematic block diagram, information and control system, semantic compression of information, control device, controlled object

**Specific aspects of the use of semantic approach during construction of a decentralized intelligent information and control system.** F.F. Nezamutdinov //Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2019. Issue 1(44). P. 19–28.

Analysis of an information and control system (ICS) is carried out. The main set of requirements for an ICS is determined, which ensures necessary characteristics of a system with a decentralized structure. Semantic approach is used as a mechanism for reduction of the volume of transmitted data and relaxation in the requirements for computational resources. Thus, the problem of data compression without change in the structure of ICS networks, and without replacement of a processor module (controller) for a more powerful and energy-consuming, is solved.

UDC 681.511.46

**Key words:** mathematical model, vessel, dynamic positioning, new types of feedbacks

**Analysis of the use of new types of feedbacks in a dynamic positioning system of a vessel.** U.A. Tausheva //Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2019. Issue 1(44). P. 29–37.

The article presents a new approach for development of algorithms for dynamic positioning systems of vessels with the use of new types of feedbacks. Coordinate-operator type of feedback is studied in detail. Computational experiments were conducted with a whole vessel model implemented in the environment of the domestic software system SimInTech.

UDC 629.5.03-8

**Key words:** converter, catalytic agent, steam-gas mixture, rate of catalytic reaction, temperature, heat generation, optimization, extreme dependence, unstable operation

**Selection of parameters and implementation of optimal operation control of a catalytic converter of an air-independent propulsion plant.** A.A. Berdennikov //Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2019. Issue 1(44). P. 38–48.

Options are examined for searching the values of temperature of steam-gas mixture in a catalytic converter, which ensure maximum generation of hydrogen and are based on monitoring of the temperature change rate with programmed control of process water feeding into a converter. Programs for searching the mentioned temperature values are developed and tested with the use of a mathematical model.

UDC 004.35+681.17

**Key words:** control system, VMEbus, watchdog timer, monitoring and registration of events, discrete block input-output

**Prospects for the use of multifunction watchdog timer assembly in control systems of technical facilities.** D.L. Evlannikov //Control and Data Processing Systems:

Scient. & Techn. Collect. /Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2019. Issue 1(44). P. 49–54.

The article considers the issues of arrangement and use of a multifunction watchdog timer assembly with nonvolatile memory in devices of a control system with a VME interfacing with an object.

UDC 621.039

**Key words:** Control and protection systems of marine reactor plants, regulator of heat carrier temperature, heating mode, deviation of heat carrier temperature from program value, temperature derivative, inverse period, derivative of active power deviation from preset value, relay control law

**Way to improve the quality of temperature regulation during warming up of heat carrier in a marine reactor plant.** S.I. Linkov, V.P. Savin //Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2019. Issue 1(44). P. 55–62.

Onboard the ships and vessels with nuclear reactor plants, the reactor plants with water-cooled power reactors, once-through steam generators and primary circuit pressure compensating systems are mainly used. In the heating mode, the control system is to sustain the required rate of heat carrier temperature rise, which is safe for reactor core and other elements of reactor plant elements.

Values of differential efficiency for one group of shim rods may change by a factor of 5-10, depending on its position in a reactor core. These aspects should be taken into consideration during development of control algorithms for heating process. To improve the quality of transient processes in the mode of heating, it is proposed to use in the control law, in addition to the existing signals, the value of derivative of actual power deviation from a preset value.

UDC 621.317.361

**Key words:** induction sensors, signal converters, invariance, mathematical model, structure and general-circuit simulation

**On application of invariant property of signals of induction sensors in the devices for rotation velocity monitoring.** Yu.M. Pakhomenkov //Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2019. Issue 1(44). P. 63–76.

Invariant property and its effects for sinusoidal and impulse output voltage of rotation frequency induction sensors. Methodology of synthesis of normalizing transducers as part of tachometric devices is described. Results of simulation of a two-channel normalizing transducer of sinusoidal and impulse signal of ДТИ-240 type sensor are presented.

UDC 004.714

**Key words:** microcontroller, Ethernet, switch, multiplexer, testing, RFC 2544

**Managed Ethernet-switch based on domestically made hardware components.** K.V. Rogozhin //Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2019. Issue 1(44). P. 77–81.

The article presents an assembly of a managed network switch, designed on the basis of domestically made 5600BB3T microcircuits. Results of testing and comparison of the presented switch with the identical device based on imported components are provided.

UDC 621.22-546

**Key words:** hydraulic test bench, pumps, frequency converters, regulation valves

**Adjustment of working fluid feeding parameters by means of variable-capacity pumping unit in conditions of testing bench of a steam power plant control system.** E.G. Berestovitskiy, Yu.A. Gladilin, A.A. Frantov //Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2019. Issue 1(44). P. 82–92.



The article describes the method of partial adjustment of working fluid feeding by means of variable capacity pumps on the hydraulic test bench. The method allows to minimize the use of throttling devices and to lower the level of acoustic and vibration disturbance at the measuring station of the bench.

UDC 004.91

**Key words:** hydraulic test bench, pumps, frequency converters, regulation valves

**Generation of description of automata-based programs operation to a PDF document.** A.V. Kalachinskiy, I.N. Yashchenko //Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2019. Issue 1(44). P. 93–98.

The article presents technology and methods of documentation generation in PDF format, which describes operation of algorithms developed on the basis of automation approach to software engineering. Example of automata to document transition graph is examined with description of its implementation.