

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 1(32)

Санкт-Петербург  
2016

#### **АППАРАТНО-ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ**

**Берденников А. А.** Регулирование уровня воды в абсорберах водной очистки газа с помощью регулятора расхода

**Берденников А. А., Ионин Д. Р., Нахимов В. Н.** Возникновение режимов неустойчивой работы насосов, работающих на общую сеть

**Богданов Д. С., Ларионов М. В.** Отладка системы управления автоматического поддержания параметров воды в скруббере

**Янкин Ю. Ю.** Анализ и перспективы применения электромеханических приводов в изделиях ОАО «Концерн «НПО «Аврора»

**Линьков С. И., Савин В. П., Цветков О. А.** Опыт проверки аппаратуры контроля температуры системы управления и защиты в процессе ходовых испытаний

**Трубицын П. А.** Системы управления с удаленным вводом/выводом

**Соломахин А. А.** Комплекс моделирования качества электроэнергии для обеспечения стендовых испытаний комплексных систем управления техническими средствами

**Пахоменков Ю. М.** Мажоритарное резервирование пороговых устройств с динамическими связями

**Ковшов М. А.** Распознавание объектов заданной формы в видеопотоке для роботизированного устройства

#### **CALS-ТЕХНОЛОГИИ**

**Хмелёв А. В.** Построение информационного пространства промышленного предприятия в единичном и мелкосерийном производстве

**Евланников Д. Л.** Инженерный подход к календарному планированию этапа комплексной отладки программного обеспечения информационно-управляющих систем

**Сергеев М. В.** Возможности и развитие технологии разработки документации модульной структуры

#### **САПР**

**Петров Р. Г.** Технология разработки интегрированных систем управления техническими средствами на базе типовых приборов, типовой документации и ПО с использованием средств автоматизированного проектирования

**Berdennikov A. A.** Regulation of water level in the absorbers of gas water purification by means of a flood control regulator

**Berdennikov A. A., Ionin D. R., Nakhimov V. N.** Origination of the modes of unsteady running of pumps operating for common network

**Bogdanov D. S., Larionov M. V.** Debugging of control system of the assembly for automatic maintaining of water parameters in a wash scrubber

**Yankin Yu. Yu.** Analysis and prospects of using electromechanical drives in the articles of the JSC Concern Aurora Scientific and Production

**Linkov S. I., Savin V. P., Tsvetkov O. A.** Record of checking the temperature control equipment of control and protection system in the process of sea trials

**Trubitsyn P. A.** Control systems with remote input/output

**Solomakhin A. A.** Simulation system of electric power quality for supplying the bench tests of integrated control systems of technical facilities

**Pakhomenkov Yu. M.** Providing of majority redundancy in threshold devices with dynamic links

**Kovshov M. A.** Recognition of objects with defined shape in an optical flow for a robotic device

**Khmelev A. V.** Arrangement of information space of an industrial enterprise with single-unit and small-batch production

**Evlannikov D. L.** Engineering approach to scheduling of the stage of complex software debugging for information and control systems

**Sergeev M. V.** Possibilities and advancement of technology for development of documentation with modular structure

**Petrov R. G.** Technology of development of integrated control systems of technical facilities based on standard devices, standard documentation and software with use of computer-assisted design facilities

УДК 629.5.06:629.561.5

**Ключевые слова:** регулятор уровня, орган слива, программа управления, регулятор расхода, абсорбер, сигнализатор уровня, давление газа

**Регулирование уровня воды в абсорберах водной очистки газа с помощью регулятора расхода.** Берденников А. А. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб. 2016. Вып. 1 (32). С. 3–8.

Предложены алгоритм функционирования и реализующая его программа управления уровнем воды в абсорберах водной очистки отработанных газов, обеспечивающие высокое качество поддержания заданного уровня при изменении условий работы абсорбера. В основу предложенного алгоритма положено использование для регулирования уровня воды в абсорбере регулятора расхода, управляющего органом слива по сигналу от датчика расхода воды, поступающей в абсорбер, корректируемому в зависимости от срабатывания сигнализатора среднего уровня.

УДК 621.11

**Ключевые слова:** насос, сеть, расход, напор, частота вращения, зависимость, устойчивая работа

**Возникновение режимов неустойчивой работы насосов, работающих на общую сеть.** Берденников А. А., Ионин Д. Р., Нахимов В. Н. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб. 2016. Вып. 1 (32). С. 9–12.

Рассмотрены условия возникновения неустойчивой совместной работы насосов, имеющих экстремальные напорные характеристики. Отмечены режимы работы насосов, при которых они теряют устойчивость.

УДК 629.9.04:629.861.2

**Ключевые слова:** регулятор уровня, регулятор расхода, расход, давление газа, сигнализатор уровня, очистка газа автономная отладка, скруббер

**Отладка системы управления узлом автоматического поддержания параметров воды в скруббере.** Богданов Д. С., Ларионов. М. В. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «ОАО «Аврора». СПб. 2016. Вып. 1 (32). С. 13–16.

В статье рассмотрена последовательность отладки и совместная работа регулятора расхода и регулятора уровня.

УДК 621.039.564

**Ключевые слова:** электропривод, главная энергетическая установка, система управления

**Анализ и перспективы применения электромеханических приводов в изделиях ОАО «Концерн «НПО «Аврора».** Янкин Ю. Ю. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора», СПб., 2016., Вып. 1(32). С. 17–25.

Приведены результаты анализа электромеханических приводов исполнительных органов 27 систем управления техническими средствами, основные параметры типовых электромеханических приводов. Все рассмотренные привода являются маломощными. Отличительной особенностью является наличие резервирования. Приведены результаты анализа элементной базы. Предложено создать ряд электромеханических приводов из семи электромеханических приборов и четырех модулей управления. Результаты работы могут быть использованы при создании электромеханических приводов для исполнительных органов главных энергетических установок кораблей и судов и систем управления движением.

УДК 621.039

**Ключевые слова:** система управления и защиты судовых ядерных реакторов, температура, теплоноситель, механическая прочность, вычисление производных для параметров, дифференцирование, метод линейной регрессии

**Опыт проверки аппаратуры контроля температуры системы управления и защиты в процессе ходовых испытаний.** Линьков С. И., Савин В. П., Цветков О. А. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора», СПб. 2016. Вып. 1 (32). С. 26–31.

Контроль температуры теплоносителя первого контура судового ядерного реактора, поддержание требуемого температурного режима в активной зоне за счет автоматического регулирования температуры теплоносителя — важная функция систем управления и защиты реакторных установок (РУ). Одним из основных требований, определяющих безопасную эксплуатацию РУ, является также обеспечение скорости изменения температуры теплоносителя в оконечных режимах. Скорость изменения температуры в этих режимах определяется исходя из требований обеспечения механической прочности элементов конструкции установки.

Настоящая статья посвящена вопросам обеспечения требуемой точности контроля температуры теплоносителя первого контура, а также разработке алгоритмов формирования сигналов фактической скорости изменения температуры.

УДК 629.12, 681.518

**Ключевые слова:** SCADA, программа, СУ ЭЭС, алгоритм, управление, стоимость

**Системы управления с удаленным вводом/выводом.** Трубицын П. А. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб. 2016. Вып. 1 (32). С. 32–38.

Рассматриваются структуры систем управления с использованием удаленного ввода/вывода радиальной и кольцевой топологии. Производится оценка их надежности, быстродействия и стоимости. Приведен пример настройки SCADA Citect для резервирования серверов и линий связи с микроконтроллерами.

УДК 681.518.006.26

**Ключевые слова:** испытание, система управления, техническое средство, качество, электроэнергия, моделирование

**Комплекс моделирования качества электроэнергии для обеспечения стендовых испытаний комплексных систем управления техническими средствами.** Соломахин А. А. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб. 2016. Вып. 1 (32). С. 39–46.

Наличие и использование универсального комплекса моделирования качества электроэнергии для обеспечения стендовых испытаний КСУ ТС делают испытательный стенд унифицированным/универсальным в части проведения испытаний по электропитанию, так как имеется возможность создания режимов изменения параметров качества электроэнергии для любых сетей электропитания по любым требованиям ГОСТ или РМРС, если считать, что мощности, потребляемые испытуемыми КСУ ТС, установленными на стенде, соизмеримы с мощностью комплекса.

УДК 621.3.019.35

**Ключевые слова:** аппаратура, электронное аналого-дискретное устройство, мажоритарное резервирование, моделирование

**Мажоритарное резервирование пороговых устройств с динамическими связями.** Пахоменков Ю. М. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора», СПб., 2016. Вып. 1 (32). С. 47–54.

Рассматривается мажоритарное резервирование аналого-дискретных устройств с динамическими межканальными связями. Получено математическое описание таких устройств. Построена формализованная методика их синтеза. Выполнено схемотехническое моделирование сигнализатора превышения контролируемой величиной заданного значения, построенного по трехканальной схеме с мажоритарным резервированием и межканальными динамическими связями.

УДК 007.52

**Ключевые слова:** видеонаблюдение, распознавание, слежение, дифференциальный алгоритм, оптический поток, тестирование

**Распознавание объектов заданной формы в видеопотоке для роботизированного устройства.** Ковшов М. А. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. / ОАО «Концерн «НПО «Аврора», СПб., 2016. Вып. 1 (32). С. 55–59.

С целью обеспечения устойчивости и точности обнаружения объекта предложен комбинированный алгоритм обобщенного решения распознавания объекта и разработан его программный код.

В разработанном приложении предусмотрено задание ключевых параметров объекта: формы, цвета и размера. В результате распознавания заданный объект выделяется в видеопотоке контуром согласно его форме.

УДК681.518.001.33

**Ключевые слова:** информационное пространство предприятия, локализация, управляющее воздействие, модель планового производства, база данных, технологическая подготовка, планирование

**Построение информационного пространства промышленного предприятия в единичном и мелкосерийном производстве.** Хмелёв А. В. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора», СПб., 2016. Вып. 1 (32). С. 60–65.

При создании информационного пространства промышленного предприятия в единичном и мелкосерийном производстве основная задача заключается в формировании максимально точной модели планируемого производства на основании плана выпуска изделий и введенной в компьютер гибкой базы данных и обеспечения корректного сравнения реального выполнения планов с необходимой степенью детализации.

УДК 681.004.415.533

**Ключевые слова:** информационно-управляющая система, ПО, отладка, показатель, планирование

**Инженерный подход к календарному планированию этапа комплексной отладки программного обеспечения информационно-управляющих систем.** Евланников Д. Л. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора», СПб., 2016. Вып. 1 (32). С. 66–73.

В статье предлагается инженерный подход к прогнозированию продолжительности этапа комплексной отладки (КО) программного обеспечения (ПО) с целью содействия разработчикам информационно-управляющих систем (ИУС) в планировании сроков сдачи систем и использовании этого показателя в расчетах надежности ПО. Описаны классы дефектов ПО и технических средств, обнаруживаемых на этапе КО. На основе анализа операций, выполняемых на этапе КО, и экспертных оценок производительности их выполнения на комплексных стендах предприятия-изготовителя выведены формулы для расчета времени выполнения КО ИУС.

УДК 681.323:519.2

**Ключевые слова:** документация, модульная структура, комплектность, жизненный цикл, трудоемкость

**Возможности и развитие технологии разработки документации модульной структуры.** Сергеев М. В. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора», СПб., 2016. Вып. 1 (32). С. 74–79.

Одним из преимуществ модульной технологии является возможность автоматизированного (а иногда и автоматического) формирования и преобразования содержательной части модулей данных.

Отмечается, что одним из вариантов развития технологии разработки документации модульной структуры является возможность ее применения для разработки программных средств подготовки и информационной поддержки технического обслуживания и ремонта СУ ТС.

УДК 658.512.2

**Ключевые слова:** система управления, автоматизированное проектирование, типовый прибор, коммуникационная сеть, интеграция

**Технология разработки интегрированных систем управления техническими средствами на базе типовых приборов, типовой документации и программного обеспечения с использованием средств автоматизированного проектирования.** Петров Р. Г. //Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора», СПб., 2016. Вып. 1 (32). С. 80–87.

Разработан прототип САПР-УИСУ ТС. Разработка программы-интегратора УИСУ ТС позволит уменьшить трудозатраты разработки документации и ПО ИСУ ТС, сократить сроки разработки, а также повысить качество разрабатываемой документации и ПО за счет сокращения количества этапов разработки. Используя САПР-интегратор, главный конструктор или ведущий инженер заказа системы сможет самостоятельно разработать комплект документов на систему без привлечения смежных подразделений в кратчайшие сроки. На производство передается не только бумажные копии этих документов, но и электронные файлы для загрузки в станки ЧПУ.

UDC 629.5.06:629.561.5

**Key words:** level regulator, discharge unit, control program, flow control regulator, absorber, level alarm, gas pressure

**Regulation of water level in the absorbers of gas water purification by means of a flood control regulator.** Berdennikov A.A. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /JSC Concern Avrora Scientific and Production Association, St. Petersburg, 2016. Issue 1 (32). S. 3–8.

The operation algorithm and its execution program are proposed for control of water level in the absorbers of waste gas water purification, which provide high quality of maintaining the assigned level in changing conditions of absorber performance. As a basis for the proposed algorithm, the use of flow control regulator is taken for water level regulation in an absorber, which controls a discharge unit by a signal from a flow sensor of water ingressing into an absorber, being corrected depending on actuation of middle level signaling device.

UDC 621.11

**Key words:** pump, network, flow rate, delivery head, speed, dependency, steady operation

**Origination of the modes of unsteady running of pumps operating for common network.** Berdennikov A.A., Ionin D.R., Nakhimov V.N. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /JSC Concern Avrora Scientific and Production Association, St. Petersburg, 2016. Issue 1 (32). S. 9–12.

The conditions are examined which originate unsteady joint operation of pumps with extreme head-capacity characteristics. The modes of pump operation are marked, which cause loss of stability.

UDC 629.9.04:629.861.2

**Key words:** level regulator, flow control regulator, flow rate, gas pressure, level alarm, gas purification, offline debugging, wash scrubber

**Debugging of control system of the assembly for automatic maintaining of water parameters in a wash scrubber.** Bogdanov D.S., Larionov M.V. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /JSC Concern Avrora Scientific and Production Association, St. Petersburg, 2016. Issue 1 (32). S.13–16.

The sequence of debugging and joint operation of a flow control regulator and a level regulator are examined in the article.

UDC 621.039.564

**Key words:** electric drive, main propulsion plant, control system

**Analysis and prospects of using electromechanical drives in the articles of the JSC Concern Avrora Scientific and Production.** Yankin Yu.Yu. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /JSC Concern Avrora Scientific and Production Association, St. Petersburg, 2016. Issue 1 (32). S. 17–25.

The results of analysis of electromechanical drives are presented for actuators of 27 control systems of technical facilities, as well as the main parameters of standard electromechanical drives. All the examined drives are low powered. Redundancy is the distinguishing characteristic. The results of hardware components analysis are presented. It is proposed to create a number of electromechanical drives with use of seven electromechanical devices and four control modules. The results of work can be used during creation of electromechanical drives for actuators of main propulsion plants for ships and vessels, as well as for motion control systems.

UDC 621.039

**Key words:** control and protection system of marine propulsion reactors, temperature, coolant, mechanical strength, calculation of derivatives for parameters, differentiation, method of linear regression

**Record of checking the temperature control equipment of control and protection system in the process of sea trials.** Linkov S.I., Savin V.P., Tsvetkov O.A. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /JSC Concern Avrora Scientific and Production Association, St. Petersburg, 2016. Issue 1 (32). S. 26–31.



Monitoring of coolant temperature of a primary circuit of a marine propulsion reactor, maintaining the required temperature regime in a reacting core by means of automatic regulation of coolant temperature are the most important functions of control and protection systems of reactor plants (RP). One of the main requirements, which determines safe operation of a reactor plant, is also providing coolant temperature rate-of-change during terminal operations. Temperature rate-of-change during these operations is determined based on the requirements of providing mechanical strength of the plant's structure elements.

This article is dedicated to the issues of providing required accuracy of coolant temperature control in a primary circuit, as well as development of algorithms for conditioning the signals of temperature actual rate-of-change.

UDC 629.12, 681.518

**Key words:** SCADA, program, EPS CS, algorithm, control, cost

**Control systems with remote input/output.** Trubitsyn P.A. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /JSC Concern Avrora Scientific and Production Association, St. Petersburg, 2016. Issue 1 (32). S. 32–38.

The structures of control systems created with use of remote input/output of radial and ring topology are examined. Their reliability, response speed and cost are estimated. Example is provided of SCADA Citect adjustment for protection of servers and communication lines with microcontrollers.

UDC 681.518.006.26

**Key words:** test, control system, technical facility, quality, electric power, simulation

**Simulation system of electric power quality for supplying the bench tests of integrated control systems of technical facilities.** Solomakhin A.A. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /JSC Concern Avrora Scientific and Production Association, St. Petersburg, 2016. Issue 1 (32). S. 39–46.

Availability and use of multifunctional simulation system of electric power quality for supplying the bench tests of ICS TF, make a test bench standardized/ multifunctional for conduction of tests of electric power supply due to possibility of creating the modes of changing electric power parameters for any electric power networks in accordance with any requirements of GOST or RMRS, if it is considered that power consumption of ICS TF, being tested and installed on a test bench, is commensurate with power of a system.

UDC 621.3.019.35

**Key words:** equipment, electronic analog-discrete device, majority redundancy, simulation

**Providing of majority redundancy in threshold devices with dynamic links.** Pakhomenkov Yu.M. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /JSC Concern Avrora Scientific and Production Association, St. Petersburg, 2016. Issue 1 (32). S. 47–54.

Providing of majority redundancy is examined in threshold devices with dynamic interchannel links. Mathematical description of such devices is provided. Formalized methods of their synthesis are developed. General-purpose simulation is performed for a signaling device of assigned limit exceedance by a monitored value, developed in accordance with a three-channel configuration with majority redundancy and dynamic interchannel links.

UDC 007.52

**Key words:** video observation, recognition, surveillance, differential algorithm, optical flow, testing

**Recognition of objects with defined shape in an optical flow for a robotic device.** Kovshov M.A. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /JSC Concern Avrora Scientific and Production Association, St. Petersburg, 2016. Issue 1 (32). S. 55–59.

For providing stability and accuracy of object detection, a hybrid algorithm of generalized solution for object recognition is proposed and its software code is developed.

In the developed application, setting of key parameters of an object: shape, color and

size is provided. As a result of recognition, an assigned object is detected in an optical flow by a contour in accordance with its shape.

UDC 681.518.001.33

**Key words:** information space of enterprise, localization, control action, planned production model, database, work preparation, planning

**Arrangement of information space of an industrial enterprise with single-unit and small-batch production.** Khmelev A.V. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /JSC Concern Avrora Scientific and Production Association, St. Petersburg, 2016. Issue 1 (32). S. 60–65.

During creation of information space of an industrial enterprise with single-unit and small-batch production, the main task is to form the most precise model of planned production based on product plan and flexible database fed into a computer, as well as meaningful comparison of true execution of plans with required degree of detail.

UDC 681.004.415.533

**Key words:** information and control system, SW, debugging, criterion, planning

**Engineering approach to scheduling of the stage of complex software debugging for information and control systems.** Evlannikov D.L. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /JSC Concern Avrora Scientific and Production Association, St. Petersburg, 2016. Issue 1 (32). S. 66–73.

Engineering approach is proposed in the article to predict duration of complex debugging (CD) of software (SW) for assisting the designers of information and control systems (ICS) in planning of system delivery deadlines and use of this criterion in calculation of SW reliability. Classes of defects of SW and technical facilities, which are revealed at the CD stage, are described. Based on analysis of operations executed at the CD stage, and expert analysis of their performance on the manufacturer's complex test facilities, the formulas are developed for calculation of completion time of ICS complex debugging.

UDC 681.323:519.2

**Key words:** documentation, modular structure, completeness of set, life cycle, labor coefficient

**Possibilities and advancement of technology for development of documentation with modular structure.** Sergeev M.V. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /JSC Concern Avrora Scientific and Production Association, St. Petersburg, 2016. Issue 1 (32). S. 74–79.

One of the advantages of a modular technology is possibility of automated (and, sometimes, automatic) generation and conversion of the content of data modules.

It is noted that one of the variants of advancement of the modular structure documentation development is possibility of its use for development of software for preparation and information support of technical maintenance and repair of a CS TF.

UDC 658.512.2

**Key words:** control system, computer-assisted design, standard device, communication network, integration

**Technology of development of integrated control systems of technical facilities based on standard devices, standard documentation and software with use of computer-assisted design facilities.** Petrov R.G. // Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /JSC Concern Avrora Scientific and Production Association, St. Petersburg, 2016. Issue 1 (32). S. 80–87.

Prototype of a CADs-ICS TF is developed. Development of program integrator of an ICS TF allows to reduce labor costs of documentation and software development for ICS TF, accelerate the time of development, as well as to improve the quality of developed documentation and software due to reduction in quantity of development stages. Using the CADs-integrator, a chief designer or a chief engineer of a system can independently develop a set of documents for a system in the shortest possible time, without involving of related divisions. Manufacturing department is provided not only with paper copies of these documents, but also with electronic files for uploading into a CNC machine.