

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 2(45) июнь

Санкт-Петербург
2019

СОДЕРЖАНИЕ

АВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОРАБЛЕЙ И ОБЪЕКТОВ ГРАЖДАНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А.А. Берденников, М.В. Ларионов, С.И. Ушаков. Имитационное моделирование работы функциональных блоков систем автоматического управления

В.А. Кошко. Оптимизация объёмов документируемой информации в системах типа «чёрный ящик» для кораблей и судов ВМФ

Я.В. Манин, В.В. Овчеренко. Оценка силы остаточной плавучести, возникающей при погружении ПЛ в различных районах плавания

АППАРАТНО-ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Л. Г. Бакуменко, А. Н. Дядик, С. Н. Сури н . Отвод теплоты от батарей с топливными элементами в автономных необитаемых подводных аппаратах

С.И. Линьков, В.П. Савин. Исследование влияния транспортного запаздывания на устойчивость и качество переходных процессов в контуре линейного регулятора мощности ядерного реактора

CALS-ТЕХНОЛОГИИ

Р.А. Мыскин, А.Е. Соснин. Методический подход к оценке трудоемкости проведения сертификационных испытаний программных средств и систем управления

А.А. Тихомиров. Метод построения сетевой модели проведения испытаний СУ в составе НК

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ

М.В. Лушина. Новая технология для узлов уплотнения конструктивов

ИСПЫТАНИЯ

Л.Г. Бакуменко, А.Н. Дядик, М.В. Ларионов, С.Н. Сури н . Проблемы ускоренных испытаний щелочных аккумуляторов на саморазряд

ТРЕНАЖЕРЫ

В.В. Иваницкий, В.В. Кобзев. Использование бортовых тренажеров для подготовки личного состава иностранных флотов

CONTENTS

AUTOMATED CONTROL SYSTEMS FOR SHIPS AND CIVILIAN OBJECTS

A.A. Berdennikov, M.V. Larionov, S.I. Ushakov. Simulation of functional units operation in automatic control systems

V.A. Koshko. Optimization of volume of documented data in the systems of black-box recorder type for naval ships and vessels

Y a . V . M a n i n , V . V . O v c h a r e n k o . Estimation of residual buoyancy force, arising when a submarine is diving in different navigation areas

HARDWARE AND SOFTWARE SOLUTIONS

L.G. Bakumenko, A.N. Dyadik, S.N. Surin. Heat removal from fuel cell stacks in autonomous unmanned undersea vehicles

S.I. Linkov, V.P. Savin. Study of transport delay influence on stability and quality of transient processes in a linear power controller loop of a nuclear reactor

CALS-TECHNOLOGIES

R.A. Myskin, A.Ye. Sosnin. Methodological approach to estimation of labour intensity and conduction of certification trials of software tools and control systems

A.A. Tikhomirov. Method of building a network model for conduction of testing of a control system as part of a surface ship

INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND MATERIALS

M.V. Lushina. New technology for seal assemblies of structural elements

TESTS

L.G. Bakumenko, A.N. Dyadik, M.V. Larionov, S.N. Surin. Problems of accelerated self-discharge tests of alkaline accumulators

TRAINING SIMULATORS

V.V. Ivanitskiy, V.V. Kobzev. Use of shipboard training simulators for training of personnel of foreign navies

УДК 621.11

Ключевые слова: имитационная модель, идентификация, функциональный блок, программа испытаний, инерционные характеристики, транспортное запаздывание

Имитационное моделирование работы функциональных блоков систем автоматического управления. Берденников А.А., Ларионов М.В., Ушаков С.И. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО «Концерн «НПО «Аврора». СПб. 2019. Вып. 2(45). С. 5–13.

Изложены общие подходы к составлению имитационных моделей функциональных блоков, используемых в составе систем автоматического управления энергоустановками, основанные на идентификации моделируемых процессов с данными предварительных испытаний изготовленных образцов блоков, проводимых по специальным программам.

УДК 623.827.3

Ключевые слова: система единого времени, документирование, общекорабельная система обмена данными (ОКСОД), хранение шкалы времени

Оптимизация объёмов документируемой информации в системах типа «чёрный ящик» для кораблей и судов ВМФ. Кошко В.А. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО «Концерн «НПО «Аврора». СПб. 2019. Вып. 2(45). С. 14–18.

В статье представлены варианты решения задач, связанных с бортовым корабельным временем. Первая - обеспечение абонентов ОКСОД высокоточной шкалой хронометрической информации от СЕВ или от собственного встроенного высокоточного генератора, вторая - хранение шкалы времени в ОКСОД.

УДК 629.58

Ключевые слова: подводная лодка, обжатие корпуса, плотность, температура, солёность, остаточная плавучесть

Оценка силы остаточной плавучести, возникающей при погружении ПЛ в различных районах плавания. Манин Я.В, Овчеренко В.В. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО «Концерн «НПО «Аврора». СПб. 2019. Вып. 2(45). С. 19–35.

В статье дается обзор влияния морской среды на всплытие-погружение подводной лодки без хода. Приведен расчет изменения остаточной плавучести ПЛ в зависимости от плотности морской воды, обжатия и температуры. Сделан вывод о степени влияния вышеуказанных факторов. Утверждается необходимость учета влияния изменения по глубине свойств морской воды при разработке алгоритмов управления ПЛ.

УДК 629.78.064.5

Ключевые слова: батарея топливных элементов; ЭХГ-генератор; система термостатирования; АНПА; теплообменный аппарат; насос; кратность разбавления

Отвод теплоты от батарей топливных элементов в автономных необитаемых подводных аппаратах. Бакуменко Л.Г., Дядик А.Н., Сурин С.Н. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО «Концерн «НПО «Аврора». СПб. 2019. Вып. 2(45). С. 36–45.

В статье по разработанной авторами методике рассчитано количество теплоты, выделяющееся при работе ЭХГ-генератора в составе энергоустановки АНПА. Предложена методика расчета кратности разбавления охлаждающей воды с целью предотвращения образования теплового следа за АНПА.

УДК 621. 039

Ключевые слова: системы управления и защиты, установка с отсутствующим свойством саморегулирования, влияние временных (транспортных) задержек в контуре управления, оценка устойчивости контуров регулирования и динамики переходных процессов

Исследование влияния транспортного запаздывания на устойчивость и качество переходных процессов в контуре линейного регулятора мощности ядерного реактора. Линьков С.И., Савин В.П. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО «Концерн «НПО «Аврора». СПб. 2019. Вып. 2(45). С. 46–57.

Для установок с отсутствующим свойством саморегулирования требуются быстродействующие регуляторы нейтронной мощности в составе СУЗ. При построении таких регуляторов следует учитывать отрицательное влияние временных (транспортных) задержек на устойчивость замкнутых контуров регулирования. Вследствие широкого применения в аппаратуре СУЗ программируемых микропроцессоров и целых вычислительных приборов требуется учитывать при проектировании регуляторов запаздывания при обработке данных и передаче сигналов и команд управления по уплотненным каналам связи.

В статье приводится структурная схема системы управления мощностью СУЗ в энергетическом режиме. Проводится анализ устойчивости контура регулирования с помощью критерия Найквиста. Приведены годографы разомкнутого контура регулирования при различных значениях транспортного запаздывания и коэффициента усиления сигнала отклонения мощности в регуляторе.

Для оценки качества переходных процессов осуществлен переход от передаточных функций системы к дифференциальным уравнениям. Приведены графики переходных процессов системы при различных значениях транспортного запаздывания и коэффициента усиления сигнала отклонения мощности в регуляторе. Оценены параметры, при которых прекращается колебательность, а также возможное перерегулирование.

УДК 681.3.06

Ключевые слова: оценка, программное обеспечение, программные средства, средства защиты информации, системы управления, трудоемкость

Методический подход к оценке трудоемкости проведения сертификационных испытаний программных средств и систем управления. Мыскин Р.А., Соснин А.Е. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО «Концерн «НПО «Аврора». СПб. 2019. Вып. 2(45). С. 58–65.

Рассмотрен подход к оценке трудоемкости разработки программно-методической документации, проведения сертификационных испытаний и инспекционного контроля систем управления в системе сертификации СЗИ МО РФ.

УДК 658.531

Ключевые слова: проведение испытаний, сетевая модель, декомпозиция работ

Метод построения сетевой модели проведения испытаний СУ в составе НК. Тихомиров А.А. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО «Концерн «НПО «Аврора» СПб. 2019. Вып. 2(45). С. 66–72.

В настоящей статье рассмотрен метод построения сетевой модели проведения испытаний систем управления функциональными комплексами в составе надводного корабля. Сформулирован принцип проведения декомпозиции работ с учетом основных этапов строительства НК.

УДК 621.8

Ключевые слова: узел уплотнения, технология установки уплотнительных шнуров, конструкция, самозажимное уплотнение, типовые испытания

Новая технология для узлов уплотнения конструктивов. Лушина М.В. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО «Концерн «НПО «Аврора» СПб. 2019. Вып. 2(45). С. 73–77.

Представлена новая технология для узлов уплотнения конструктивов, реализуемая путём применения современных самозажимных уплотнений. Обсуждаются результаты испытаний образца ящика ЗИП, изготовленного с использованием новой технологии. Отмечается, что замена резиновых уплотнительных шнуров, устанавливаемых методом приклейки, на самозажимные уплотнения обеспечивает снижение

трудоемкости изготовления, увеличение производительности труда и повышение экологической безопасности производства, а также улучшение качественных характеристик изделия.

УДК 629.78.064.5

Ключевые слова: аккумулятор, аккумуляторная батарея, ресурс, ускоренные испытания, саморазряд, хранение, электролит, емкость АБ

Проблемы ускоренных испытаний щелочных аккумуляторов на саморазряд. Бакуменко Л.Г., Дядик А.Н., Ларионов М.В., Сурин С.Н. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО «Концерн «НПО «Аврора». СПб. 2019. Вып. 2(45). С. 78–82.

В статье предложена концепция ускоренных испытаний АБ на саморазряд, которая может применяться для прогнозирования возможного ресурса никель-кадмиевых аккумуляторов, находящихся в режиме длительного хранения на объекте. Выдвинуты условия, при которых должны храниться АБ, заключающиеся, в частности, в отсутствии проводящих мостиков, способствующих замыканию внешней цепи.

УДК 371.69:629.5

Ключевые слова: тренажер, корабль, подготовка, бортовая система обучения, модель, структура, система управления, оператор, компания, модуль, схема

Использование бортовых тренажеров для подготовки личного состава иностранных флотов. Иваницкий В.В., Кобзев В.В. //Системы управления и обработки информации: науч.-техн. сб. /АО «Концерн «НПО «Аврора». СПб. 2019. Вып. 2(45). С. 83–95.

В статье описывается и анализируется использование бортовых тренажеров для подготовки личного состава иностранных ВМФ. Подробно рассмотрены БТ для экипажей надводных кораблей и подводных лодок, приводятся их педагогические возможности, даются конкретные структурные схемы и внешний вид бортовых систем обучения. Анализируются достоинства и недостатки БТ.

UDC 621.11

Key words: simulation model, identification, functional unit, test program, inertial characteristics, transportation lag

Simulation of functional units operation in automatic control systems. A.A. Berdennikov, M.V. Larionov, S.I. Ushakov //Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /Concern Aurora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2019. Issue 2(45). P. 5–13.

Common approaches are set out to creation of simulation models of functional units being used in automatic control systems of power plants, based on identification of simulated processes with data of preliminary tests of manufactured specimens of the units, performed as per the special programs.

UDC 623.827.3

Key words: common timing system, documenting, general ship system, data exchange system (GSDES), timescale storage

Optimization of volume of documented data in the systems of black-box recorder type for naval ships and vessels. V.A. Koshko //Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /Concern Aurora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2019. Issue 2(45). P. 14–18.

The article presents the options for dealing with the tasks connected with the shipboard time. The first task is to provide the GSDES users with a highly precise scale of chronometric information from the CTS or from own built-in highly precise generator, the second is storage of timescale in the GSDES.

UDC 629.58

Key words: submarine, hull compression, density, temperature, salinity, residual buoyancy

Estimation of residual buoyancy force, arising when a submarine is diving in different navigation areas. Ya.V. Manin, V.V. Ovcharenko //Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /Concern Aurora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2019. Issue 2(45). P. 19–35.

The article provides an overview of impact of marine environment on submarine stationary diving. Calculation is provided for changing residual buoyancy of a submarine depending on seawater density, compression and temperature. Conclusion is made about the degree of influence of the mentioned factors. The article affirms the need of taking account of seawater changing properties depending on depth during development of control algorithms of a submarine.

UDC 629.78.064.5

Key words: fuel cell stack, electrochemical generator; thermostatic system, AUUV, heat-exchange apparatus, pump, reciprocal dilution

Heat removal from fuel cell stacks in autonomous unmanned undersea vehicles. L.G. Bakumenko, A.N. Dyadik, S.N. Surin //Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /Concern Aurora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2019. Issue 2(45). P. 36–45.

The article presents calculation of heat released during operation of an electrochemical generator, which forms part of an AUUV propulsion plant, made as per the methods developed by the authors. The methods are proposed for calculation of reciprocal dilution of cooling water to avoid formation of thermal wake after an AUUV.

UDC 621.039

Key words: control and safety systems, plants without self-regulation capability, impact of transport delays in a control loop, assessment of stability of control loops and dynamics of transient processes

Study of transport delay influence on stability and quality of transient processes in a linear power controller loop of a nuclear reactor. 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 2(45). P. 46–57.

For reactor plants without self-regulation capability, high-speed controllers of neutron flux power are required as part of control and protection systems (CPS). During development of such controllers, it is necessary to take into account negative influence of transport delays on stability of close control loops. Due to extensive use of programmable microprocessors and entire computing devices in CPS equipment, for development of controllers it is required to take into consideration the delays during processing of data, as well as during transmission of signals and control commands via multiplexed channels.

The article presents a structural diagram of a power control system (CPS) in a power generation mode. Analysis of control loop stability is performed by means of Nyquist criterion. Hodograph diagrams are provided for an open control loop at various rates of transport delays and signal amplification coefficient of controller power deviation.

For estimation of quality of transient processes, the transition is made from system transfer functions to differential equations. Charts are provided for system transient processes at various rates of transport delays and signal amplification coefficient of controller power deviation. Parameters are assessed, whereby oscillativity ends, as well as possible overshoot.

UDC 681.3.06

Key words: estimation, software, software tools, information protection facilities, control systems, labour intensity

Methodological approach to estimation of labour intensity and conduction of certification trials of software tools and control systems. R.A. Myskin, A.Ye. Sosnin //Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2019. Issue 2(45). P. 58–65.

Approach to estimation of labour intensity is considered for the works on development of software and methodological documentation, conduction of certification trials and inspection check-up of control systems in the certification system of the Information Protection Facilities of the RF MoD.

UDC 658.531

Key words: conduction of trials, network model, work breakdown

Method of building a network model for conduction of testing of a control system as part of a surface ship. A.A. Tikhomirov //Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2019. Issue 2(45). P. 66–72.

This article studies the method of building a network model for testing the control systems of functional complexes as parts of a surface ship. The principle is formulated for conduction of work breakdown, taking into consideration the main stages of surface ship construction.

UDC 621.8

Key words: seal assembly, method for installation of sealing cords, construction, self-tightening seal, type approval tests

New technology for seal assemblies of structural elements. M.V. Lushina //Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /Concern Avrora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2019. Issue 2(45). P. 73–77.

New technology is presented for seal assemblies of structural elements, implemented by means of using state-of-the-art self-tightening seals. The results of testing a sample of SPTA box, made with use of new technology, are discussed. It is stated that replacement of rubber sealing cords, being installed by means of gluing, for self-tightening seals reduces the labour intensity, improves its productivity, enhances ecological safety of production and quality characteristics of an article.

UDC 629.78.064.5

Key words: accumulator, storage battery, service life, accelerated tests, battery drain, storage, electrolyte, accumulator capacity

Problems of accelerated self-discharge tests of alkaline accumulators.

L.G. Bakumenko, A.N. Dyadik, M.V. Larionov, S.N. Surin //Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /Concern Aurora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2019. Issue 2(45). P. 78–82.

The article presents the developed concept of accelerated self-discharge tests of a storage battery, which can be used to forecast possible service life of nickel-cadmium accumulators stored for a prolonged period at the facility. The conditions are set forth for storage of batteries, consisting in absence of conductive bridges, contributing to closing of external circuit.

UDC 371.69:629.5

Key words: training simulator, ship, training, onboard training system, model, structure, control system, operator, company, module, diagram

Use of shipboard training simulators for training of personnel of foreign navies.

V.V. Ivanitskiy, V.V. Kobzev //Control and Data Processing Systems: Scient. & Techn. Collect. /Concern Aurora Scientific and Production Association JSC. St. Petersburg. 2019. Issue 2(45). P. 83–95.

The article describes and analyses the use of onboard training simulators for training of personnel of foreign navies. The onboard training simulators for crews of surface ships and submarines are examined in detail, their pedagogical capabilities, specific structure diagrams and exterior of onboard training systems are provided. The advantages and disadvantages of onboard training simulators are considered.