

APPLICATION OF RELAY PROTECTION SYSTEMS IN SHIP POWER COMPLEXES

A. S. Bordyug

Kerch State Maritime Technological University, Kerch, Russian Federation

The use of relay protection of electrical power objects on ships is associated with the widespread use of the elemental base of computer technology. A relay protection system based on computer technology is a set of interacting computing facilities for processing information coming from a protected object to recognize its state. Important issues in the construction of such systems are the choice of information processing tools at individual stages of transformation and the organization of their interaction. In the general case, information processing in the relay protection system can be implemented using analog, digital (programmable) and hybrid computing devices. Analog computing devices have low versatility and require additional design developments when changing the information processing algorithm. Their most important advantage is to ensure high speed of the computational process. Digital computing devices are distinguished by high accuracy, versatility and can be used to implement various information processing algorithms within the limits of their technical capabilities. Hybrid computing devices contain analog and digital computing facilities, interacting on the basis of a single algorithm. Therefore, their speed, accuracy and versatility are determined by the degree of combination of these means. Applying the relay protection systems in ship electric power complexes, where relays can be used as independent products, is proposed in the paper. The possibility of using programmable logic controllers for organizing control and communication between system elements when using at each level of separate computing subsystems with parallel program execution is considered.

Keywords: hybrid computing devices, relay protection, electric power complex, multi-controller computing systems, autonomous protection.

For citation:

Bordyug, Aleksandr S. "Application of relay protection systems in ship power complexes." Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova 13.6 (2021): 908–915. DOI: 10.21821/2309-5180-2021-13-6-908-915.

УДК 681.5

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ В СУДОВЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ

А. С. Бордюг

ФГБОУ ВО «КГМТУ», г. Керчь, Российская Федерация

Предметом предлагаемого исследования являются вопросы применения на судах релейной защиты электроэнергетических объектов, связанные с широким использованием элементной базы вычислительной техники. Рассмотренная система релейной защиты на базе вычислительной техники представляет собой совокупность взаимодействующих вычислительных средств переработки информации, поступающей от защищаемого объекта для распознавания его состояния. Важными вопросами построения таких систем являются выбор средств обработки информации на отдельных этапах преобразования и организация их взаимодействия. В общем случае процесс переработки информации в системе релейной защиты может быть реализован с помощью аналоговых, цифровых (программируемых) и гибридных вычислительных устройств. Аналоговые вычислительные устройства имеют низкую универсальность и требуют дополнительных конструкторских разработок при изменении алгоритма обработки информации. Важнейшее их достоинство состоит в обеспечении высокого быстродействия вычислительного процесса. Цифровые вычислительные устройства отличаются высокой точностью, универсальностью и могут быть использованы для реализации различных алгоритмов обработки информации в пределах своих технических возможностей. Гибридные вычислительные устройства содержат аналоговые и цифровые вычислительные средства, взаимодействующие на основе единого алгоритма. Поэтому их быстродействие, точность и универсальность

определяются степенью совмещения указанных средств. В данной статье предлагается применение систем релейной защиты в судовых электроэнергетических комплексах, в которых реле могут использоваться как самостоятельные изделия. Рассмотрена возможность применения программируемых логических контроллеров для организации управления и связи между элементами систем при использовании на каждом уровне отдельных вычислительных подсистем с параллельным выполнением программ. Каждая из гибридных вычислительных подсистем релейной защиты включает единую аппаратную и многоконтроллерную цифровую программируемую части. При этом ЦПЧ, помимо распределенной памяти микроконтроллера, может дополнительно содержать общую память программ. Это положение относится и к ЦВП. При реализации простых защит функции ЦПЧ и ЦВП может выполнять общая многоконтроллерная вычислительная система. В рассмотренной системе РЗ отдельные директивные каналы могут выполнять функции сложной автономной защиты либо комплексной защиты объекта. Система с приведенной структурной организацией в целом пригодна для реализации функций комплексных защит нескольких объектов, а также централизованной защиты. Следует отметить, что из рассмотренных вариантов организации систем РЗ могут быть синтезированы структуры, содержащие промежуточные решения.

Ключевые слова: гибридные вычислительные устройства, релейная защита, электроэнергетический комплекс, многоконтроллерные вычислительные системы, автономная защита.

Для цитирования:

Бордюг А. С. Применение систем релейной защиты в судовых электроэнергетических комплексах / А. С. Бордюг // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2021. — Т. 13. — № 6. — С. 908–915. DOI: 10.21821/2309-5180-2021-13-6-908-915.

Введение (Introduction)

Применение гибридных вычислительных устройств (ГВУ) в технике релейной защиты (РЗ) создает предпосылки для оптимального сочетания аналоговых и цифровых методов обработки входных величин, а также обеспечивает новые возможности для повышения качества алгоритмов функционирования защитных устройств [1], [2]. В системе релейной защиты РЗ на основе средств вычислительной техники (ВТ), как в любой информационно-измерительной системе, выполняются измерение, передача, преобразование и обработка входных величин для распознавания состояния защищаемого объекта.

Целью данного исследования является разработка гибридных вычислительных устройств для повышения электроэнергетического комплекса судна. Объект исследования — судовая электростанция. Новизной данной работы является применение современных программируемых логических контроллеров вместо устаревших электронно-вычислительных машин. Весь процесс переработки информации в системе РЗ можно разделить на два этапа:

- 1-й этап — первичная или предварительная обработка входных величин;
- 2-й этап — основная обработка информационных параметров контролируемых величин.

Методы и материалы (Methods and Materials)

На этапе первичной или предварительной обработки производится передача от объекта защиты, измерение и преобразование входных величин, формирование на их основе вспомогательных величин, являющихся функциями входных, а также определяются информационные параметры контролируемых величин. В общем случае для информационных величин, являющихся функциями входных, а также в случае определения информационных параметров контролируемых величин могут быть использованы такие физические параметры, как амплитуды, фазовые сдвиги, временные интервалы и т. п. Этап основной обработки включает логико-математическое преобразование информационных параметров контролируемых величин и распознавание на этой основе состояния защищаемого объекта.

Следует отметить, что приведенное ранее разделение процесса переработки информации в определенной степени условно, так как не всегда можно однозначно выделить из выполняемых операций относящиеся к первичной или предварительной обработке. Вместе с тем приведенное разделение информационных процессов может рассматриваться в качестве основы для выбора состава технических средств и организации систем РЗ на элементной базе ВТ.

Поскольку на этапе первичной или предварительной обработки входных величин производится в основном линейное преобразование сигналов, включающее выполнение вычислительных операций, для реализации функций данного этапа предпочтительным является использование гибридных вычислительных устройств (ГВУ). Для выполнения функций второго этапа, где преобладает логико-математическое преобразование информации, целесообразно применение цифровых вычислительных устройств (ЦВУ).

С учетом характера входных величин, контролируемых системой РЗ, предпочтительными являются ГВУ одностороннего действия [3], поскольку в них осуществляется последовательная обработка входных величин вначале в непрерывной форме посредством аналоговых функциональных элементов, а затем в дискретной — с помощью цифровых программируемых средств. ГВУ с указанной организацией обработки входных величин в общем случае включает аналоговую и цифровую программируемую (АПЧ и ЦПЧ) части, соединенные посредством устройства связи, обеспечивающего обмен информацией между аналоговой частью (АЧ) и цифровой программной частью ЦПЧ. В состав устройства связи могут входить как аналого-цифровые преобразователи, так и аналого-дискретные.

В алгоритмах функционирования программируемой части ГВУ в качестве исходной информации могут использоваться цифровые отсчеты как интегральных, так и мгновенных значений электрических величин, формируемых на выходе АЧ. Поэтому в зависимости от формы представления информации на входе ЦПЧ можно выделить следующие типы ГВУ [4]:

- с цифровой обработкой отсчетов средневыпрямленных (действующих) значений сигналов;
- с цифровой обработкой длительностей время-импульсных сигналов;
- с цифровой обработкой отсчетов мгновенных значений сигналов.

Общие принципы построения выделенных типов ГВУ поясняет рис. 1. ГВУ первого типа (рис. 1, а) в результате аналоговой обработки входных величин на выходе АЧ с помощью ИБ формируются средневыпрямленные (действующие) значения электрических величин. Простейший ИБ состоит из последовательно соединенных формирователя модуля и фильтра нижних частот. Перспективным является построение ИБ на основе цифровых интеграторов [2]. Отличительной особенностью ГВУ данного типа является отсутствие жестких ограничений на величину шага дискретизации выходных сигналов ИБ, которые могут быть использованы для выполнения помехоустойчивых каналов защиты с небольшим быстродействием.

В ГВУ второго типа (рис. 1, б) результат аналоговой обработки входных величин представляется на выходе БАДП совокупностью время-импульсных сигналов, формируемых по моментам переходов сигналов $e_1, \dots, e_n$ на выходе БАО через нулевой и заданные опорные уровни. При этом информационные параметры контролируемых величин определяются в результате цифровой обработки длительностей сформированных время-импульсных сигналов и уровней опорных сигналов. Достоинством ГВУ данного типа является возможность определения информационных параметров контролируемых величин в широком диапазоне изменения входных токов и напряжений без изменения параметров БАО и ФОС с учетом текущего значения частоты. На их основе могут быть выполнены каналы защиты с быстродействием, составляющим один-два периода промышленной частоты.

В ГВУ третьего типа (рис. 1, в) на выходе АЧ формируются аналоговые сигналы, которые в результате аналого-цифрового преобразования представляются на входе ЦПЧ цифровыми отсчетами мгновенных значений. Данные ГВУ наиболее универсальны и позволяют выполнить каналы защит различных назначений на основе одних и тех же блоков АЧ. Они могут быть использованы для построения каналов защиты с быстродействием на уровне одного периода промышленной частоты. Приведенные структуры ГВУ во многом условны и отражают лишь последовательность переработки информации. Четкое выделение функциональных блоков не всегда возможно, поскольку одни и те же элементы могут выполнять несколько функций.

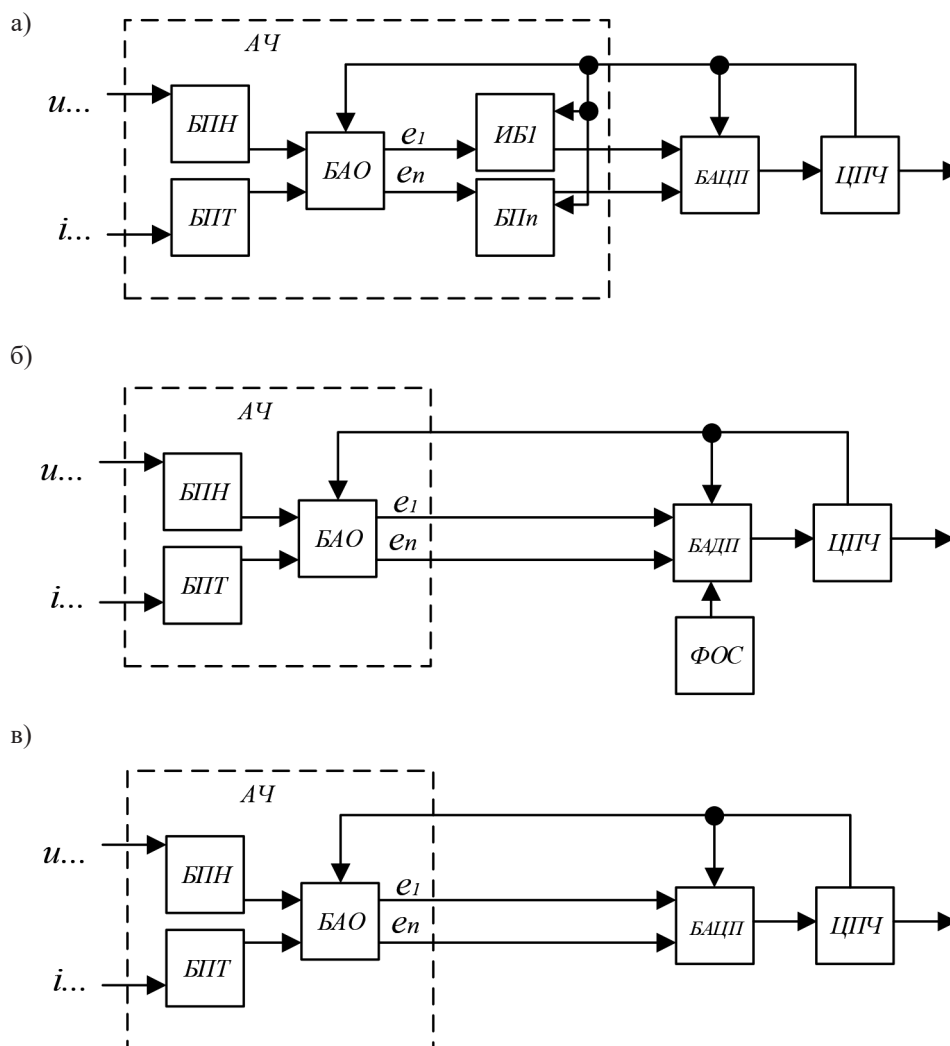


Рис. 1. Принципы построения гибридных вычислительных устройств:
а — с цифровой обработкой отсчетов средневыврявленных (действующих) значений сигналов;
б — с цифровой обработкой длительностей время-импульсных сигналов;
в — с цифровой обработкой отсчетов мгновенных значений сигналов

Условные обозначения:

$u, \dots, i, \dots$ — входные сигналы; БПН и БПТ — блоки преобразователей напряжения и тока соответственно;
БАО — блок аналоговой обработки сигналов; ИБ — измерительный блок;
БАЦП и БАДП — блоки аналого-цифрового и аналого-дискретного преобразований соответственно;
ФОС — формирователь опорных сигналов; ЦПЧ — цифровая программируемая часть

Основная особенность выделенных типов ГВУ состоит в том, что они строятся на базе решающих элементов с разделенными аналоговыми и цифровыми признаками. Достоинством такого подхода является возможность использования и развития накопленного опыта реализации аналоговых микросистемных устройств РЗ при одновременном рациональном использовании цифровых средств ВТ. Наличие в ГВУ цифрового управления позволяет расширить функциональные возможности АЧ за счет выполнения отдельных ее блоков с дискретно изменяемыми параметрами.

Результаты (Results)

Рассмотренные ГВУ могут использоваться при построении отдельных реле как самостоятельных изделий. Простейший директивный канал защиты, вырабатывающий команду на отключение защищаемого объекта, представляет собой векторную структуру, образованную ГВУ и ЦВУ. При этом ГВУ и ЦВУ взаимодействуют на основе единого алгоритма переработки информации. Группа

директивных каналов может быть снабжена дополнительным ВУ используется с развитой периферией для реализации функций обслуживания системы РЗ [1]. В качестве такого ВУ используется программируемый логический контроллер (ПЛК) с набором внешних устройств, включающих клавиатуру, дисплей, дополнительные модули ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов.

ПЛК позволит производить включение системы РЗ в работу и вывод ее из действия, задание и изменение параметров срабатывания защит. На основе ПЛК возможно создание эффективной системы регистрации информации о работе РЗ с анализом ее действия, который предполагает регистрацию информации на определенном отрезке времени в нормальном и аварийном режимах с последующей ее обработкой после срабатывания защиты. По своим функциональным возможностям ПЛК является мощным средством тестирования и контроля систем РЗ. С помощью ПЛК может быть организован периодический тестовый контроль системы РЗ для выявления устойчивых отказов. Кроме устойчивых отказов в системе РЗ на базе средств ВТ возможны сбои. Это может приводить не только к отказам срабатывания, но к излишним и ложным срабатываниям. Для снижения параметра потока ложных срабатываний целесообразно организовать параллельный счет, возможно, по упрощенному алгоритму. При значительном расхождении результатов основного и контролируемого алгоритмов действие директивного канала защиты может быть заблокировано. Следует отметить, что при таком исполнении система РЗ будет иметь достаточную надежность и полный сервис.

На основе ранее изложенного можно рассмотреть значительное многообразие вариантов структурной организации систем РЗ на базе средств ВТ. Наиболее характерные из них представлены на рис. 2. Система релейной защиты, приведенная на рис. 2, а, состоит из нескольких автономных директивных каналов, каждый из которых, в свою очередь, включает ГВУ и ЦВУ, соединенные прямой связью. В качестве программируемой части ГВУ и ЦВУ предпочтительно использование ПЛК, конструктивно выполненных в виде БИМ, включающей микропроцессор, память программ и память данных, а также программируемые интерфейсные схемы для организации внешних связей.

В простейшем случае программируемая часть ГВУ, а также ЦВУ могут состоять из нескольких независимо функционирующих БИМ. Использование ПЛК для построения директивного канала защиты обеспечивает достижение высоких показателей его эффективности. Благодаря прямым связям между ГВУ и ЦВУ, а также распределенной памяти программ отдельных ПЛК такие каналы обладают высокой производительностью и приспособлены для решения узкого круга задач РЗ.

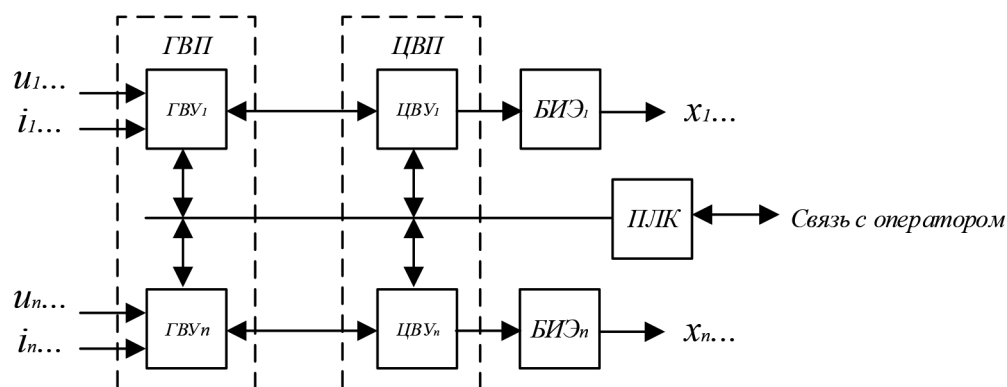
Необходимость организации синхронного обмена данными между ГВУ и ЦВУ в рассматриваемой структуре может явиться причиной потери быстродействия директивного канала либо привести к необходимости упрощения алгоритма функционирования защиты. Определенные возможности для устранения этих недостатков дает организация связи между ГВУ и ЦВУ с помощью общей памяти данных (ОПД). При этом ЦВУ работает в асинхронном режиме по отношению к ГВУ и на ЦВУ не накладывается жестких ограничений по времени реализации своих функций.

Следует отметить, что в ряде случаев при реализации алгоритмов простых защит программируемая часть ГВУ и ЦВУ может представлять единое конструктивно законченное вычислительное устройство. Связь ПЛК с ВУ автономных каналов защит может быть выполнена посредством общей магистрали, по которой осуществляется обмен информацией между ВУ каналов и ПЛК, а также передаются управляющие команды. При отказе ПЛК директивные каналы защиты сохраняют работоспособность.

К недостаткам рассмотренной структурной организации системы РЗ относится трудность реализации сложных алгоритмов автономных защит из-за ограниченных возможностей ПЛК, а также возможная избыточность ПЛК при реализации комплексной защиты объекта. Оптимальная организация переработки информации в системе РЗ может быть обеспечена при использовании на каждом уровне отдельных вычислительных подсистем с параллельным выполнением программ. Структурная организация системы РЗ с учетом указанных замечаний представлена на рис. 2, б. В этой системе высокопроизводительные директивные каналы защиты выполнены состоящими из двух подсистем: ГВП и ЦВП, с последовательной асинхронной связью между ними посредством ОПД. Каждая вычислительная подсистема по общей магистрали имеет связь с ПЛК.

В качестве ЦВП и программируемой части ГВП предпочтительно использование многоконтроллерных вычислительных систем (МВС), выгодно отличающихся как от многомашинных систем на основе микро-ЭВМ, так и от многопроцессорных на основе микропроцессорных комплектов БИС [6]. МВС имеют минимальную избыточность, требуют небольших дополнительных конструкторских разработок и аппаратных затрат при их построении. Кроме того, программное обеспечение МВС включает в себя готовое программное обеспечение стандартных ПЛК. В связи с этим МВС являются альтернативной элементной базой при построении систем РЗ, обеспечивающей достижение компромисса между многомашинными и многопроцессорными системами защиты [5]–[8].

а)



б)

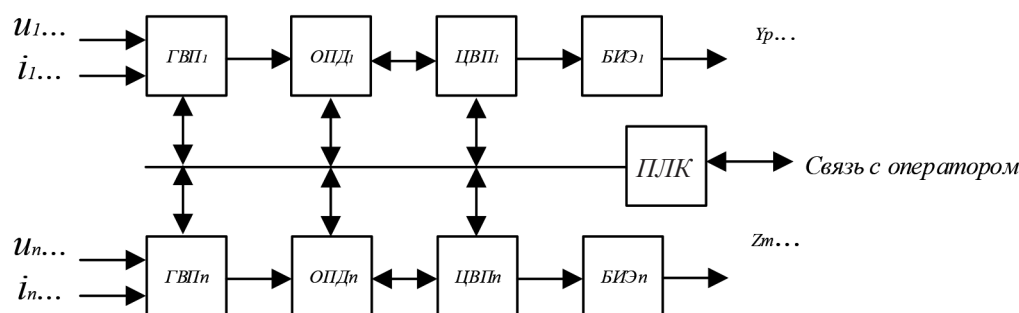


Рис. 2. Принципы организации систем релейной защиты:

а — с автономным директивным каналом; б — с параллельным выполнением программ

Условные обозначения:

$u_1, \dots, i_1, \dots, u_n, \dots, i_n, \dots$ — входные сигналы; ГВУ и ЦВУ — гибридное и цифровое ВУ соответственно;

ГВЦ и ЦВП — гибридная и цифровая вычислительная подсистема;

БИЭ — блок исполнительных элементов;

x_1, x_n, y_p, z_m — совокупность дискретных управляющих команд и информационных сигналов

Каждая из ГВП системы РЗ включает единую АЧ и многоконтроллерную ЦПЧ. При этом ЦПЧ, помимо распределенной памяти МК, может дополнительно содержать общую память программ. Это положение относится и к ЦВП. При реализации простых защит функции ЦПЧ и ЦВП может выполнять общая МВС. В рассмотренной системе РЗ отдельные директивные каналы могут выполнять функции сложной автономной защиты либо комплексной защиты объекта [9], [10]. Система с приведенной структурной организацией в целом является пригодной для реализации функций комплексных защит нескольких объектов, а также централизованной защиты. Следует отметить, что из рассмотренных вариантов организации систем РЗ могут быть синтезированы структуры, содержащие промежуточные решения.

Выводы (Summary)

На основе выполненного исследования можно сделать следующие выводы:

1. В системах РЗ на элементной базе вычислительной техники целесообразна организация распределенной обработки информации при совместном использовании аналоговых функциональных элементов и цифровых программируемых средств.
2. Перспективными являются системы РЗ, состоящие из нескольких директивных каналов, каждый из которых выполнен в виде многоконтроллерных ГВП и ЦВП с последовательной асинхронной связью между ними посредством ОПД.
3. Директивные каналы защиты целесообразно дополнить ПЛК с развитой периферией, обеспечивающей обслуживание системы РЗ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бордюг А. С. Применение циклического тестирования аппаратного обеспечения морских систем управления / А. С. Бордюг // Электротехнические и информационные комплексы и системы. — 2020. — Т. 16. — № 3. — С. 77–82. DOI: 10.17122/1999-5458-2020-16-3-77-82.
2. Михайлов В. В. Микропроцессорные гибкие системы релейной защиты / В. В. Михайлов, Е. В. Кирьевский, Е. М. Ульяницкий и др.; Под ред. В. П. Морозкина. — М.: Энергоатомиздат, 1988. — 240 с.
3. Беки Д. А. Теория и применения гибридных вычислительных систем / Д. А. Беки, У. Д. Карплюс. — М.: Мир, 1970. — 484 с.
4. Chernyi S. G. The Reliability Assessment of Functioning of Autonomous Power System of Drilling Rigs / S. G. Chernyi, A. S. Bordug, L. N. Kozachenko, P. A. Erofeev, V. A. Zhukov // 2020 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus). — IEEE, 2020. — Pp. 259–263. DOI: 10.1109/EIConRus49466.2020.9039117.
5. Реймер В. В. Перспективы развития релейной защиты / В. В. Реймер, Ю. И. Косарева // Совершенствование инженерно-технического обеспечения технологических процессов в АПК: материалы междунар. науч.-практич. конф.; Отв. ред. Ю. А. Ушаков. — Оренбург: Оренбургский гос. аграрный ун-т, 2015. — С. 222–223.
6. Chernyi S. G. Models and Information Technologies of Clustering and Location of Group Expert Assessments in Terms of Uncertainty / S. G. Chernyi, A. A. Zhelezniak, I. K. Ovcharenko, I. S. Goryachev, P. A. Daragan // 2020 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus). — IEEE, 2020. — Pp. 264–267. DOI: 10.1109/EIConRus49466.2020.9039400.
7. Никитенко Я. А. Методы повышения достоверности контроля диагностических характеристик оборудования / Я. А. Никитенко, А. А. Железняк // Актуальные аспекты и приоритетные направления развития транспортной отрасли: материалы молодежного научного форума студентов и аспирантов транспортных вузов с международным участием. — М.: Изд-во «Перо», 2019. — С. 210–214.
8. Бордюг А. С. Моделирование интегрированных преобразователей энергии в судовых многогенераторных системах / А. С. Бордюг // Морские технологии: проблемы и решения — 2020: сб. тр. по материалам II нац. науч.-практ. конф. преп. и асп.; Под общ. ред. Е. П. Масюткина. — Керчь: Керченский гос. морской технол. ун-т, 2020. — С. 47–51.
9. Бордюг А. С. Применение технологии распределенного оптического контроля в судовых электроэнергетических системах / А. С. Бордюг // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. — 2021. — № 2. — С. 75–81. DOI: 10.24143/2073-1574-2021-2-75-81.
10. Sokolov S. Use of Social Engineering Methods in Transport: Methods, Protection, Facts, Consequences / S. Sokolov, A. Nyrkov, S. Chernyi, N. Nazarov // Proceedings of the XIII International Scientific Conference on Architecture and Construction 2020. — Springer, Singapore, 2021. — Pp. 57–66. DOI: 10.1007/978-981-33-6208-6_7.

REFERENCES

1. Bordyug, Aleksandr. “Application of cyclic testing of marine control hardware.” *Elektrotekhnicheskie i informatsionnye komplekсы i sistemy* 16.3 (2020): 77–82. DOI: 10.17122/1999-5458-2020-16-3-77-82.
2. Mikhailov, V.V., et al. *Mikroprotsessornye gibkie sistemy releinoi zashchity*. Edited by V. P. Morozkin. M.: Energoatomizdat, 1988.

3. Beki, D.A., and U. D. Karplyus. *Teoriya i primeneniya gibridnykh vychislitel'nykh sistem*. M.: Mir, 1970.
4. Chernyi, Sergei G., Aleksandr S. Bordug, Lubov N. Kozachenko, Pavel A. Erofeev, and Vladimir A. Zhukov. "The Reliability Assessment of Functioning of Autonomous Power System of Drilling Rigs." *2020 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus)*. IEEE, 2020. 259–263. DOI: 10.1109/EIConRus49466.2020.9039117.
5. Reimer, V. V., and Yu. I. Kosareva. "Perspektivy razvitiya releinoi zashchity." *Sovershenstvovanie inzhenerno-tekhnicheskogo obespecheniya tekhnologicheskikh protsessov v APK: mater. mezhdunar. nauch.-praktich. konf.* Orenburg: Orenburgskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2015. 222–223.
6. Chernyi, Sergei G., Aleksandr A. Zhelezniak, Igor K. Ovcharenko, Ivan S. Goryachev, and Pavel A. Daragan. "Models and Information Technologies of Clustering and Location of Group Expert Assessments in Terms of Uncertainty." *2020 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus)*. IEEE, 2020. 264–267. DOI: 10.1109/EIConRus49466.2020.9039400.
7. Nikitenko, Ya. A., and A. A. Zheleznyak. "Metody povysheniya dostovernosti kontrolya diagnosticheskikh kharakteristik oborudovaniya." *Aktual'nye aspekty i prioritetye napravleniya razvitiya transportnoi otrasli. Materialy molodezhnogo nauchnogo foruma studentov i aspirantov transportnykh vuzov s mezhdunarodnym uchastiem*. M.: Izdatel'stvo "Pero", 2019. 210–214.
8. Bordug, A. S. "Modelirovanie integrirovannykh preobrazovatelei energii v sudovykh mnogogeneratornykh sistemakh." *Morskie tekhnologii: problemy i resheniya — 2020. Sbornik trudov po materialam II Natsional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii prepodavatelei i aspirantov «Morskie tekhnologii: problemy i resheniya–2020»*. Edited by E. P. Masyutkin. Kerch': FGBOU VO «Kerchenskii gosudarstvennyi morskoi tekhnologicheskii universitet», 2020. 47–51.
9. Bordug, Alexander Sergeevich. "Application of distributed optical control technology in ship power systems." *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine engineering and technologies 2* (2021): 75–81. DOI: 10.24143/2073-1574-2021-2-75-81.
10. Sokolov, Sergei, Anatoly Nyrkov, Sergei Chernyi, and Nikita Nazarov. "Use of Social Engineering Methods in Transport: Methods, Protection, Facts, Consequences." *Proceedings of the XIII International Scientific Conference on Architecture and Construction 2020*. Springer, Singapore, 2021. 57–66. DOI: 10.1007/978-981-33-6208-6_7.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Бордюг Александр Сергеевич —
кандидат технических наук
ФГБОУ ВО «КГМТУ»
298309, Российская Федерация, г. Керчь,
ул. Орджоникидзе, 82
e-mail: alexander.bordug@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Bordug, Aleksandr S. —
PhD
Kerch State Maritime Technological University
82 Ordzhonikidze Str., Kerch, 298309,
Russian Federation
e-mail: alexander.bordug@mail.ru

*Статья поступила в редакцию 19 октября 2021 г.
Received: October 19, 2021.*