

# Отчет о проверке на заимствования №1



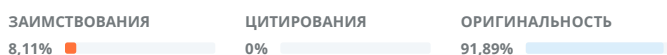
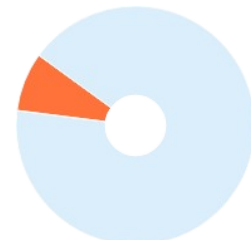
**Автор:** Косяченко Оксана Викторовна [kosyachenko@msun.ru](mailto:kosyachenko@msun.ru) / ID: 376  
**Проверяющий:** Косяченко Оксана Викторовна ([kosyachenko@msun.ru](mailto:kosyachenko@msun.ru) / ID: 376)  
**Организация:** Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельск  
 Отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат» - <http://msun.antiplagiat.ru>

## ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

№ документа: 122  
 Начало загрузки: 28.10.2019 05:02:18  
 Длительность загрузки: 00:00:03  
 Имя исходного файла: Штаев. Проект системы управления  
 Размер текста: 257 кБ  
 Тип документа: Статья  
 Символов в тексте: 14997  
 Слов в тексте: 1773  
 Число предложений: 127

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОТЧЕТЕ

Последний готовый отчет (ред.)  
 Начало проверки: 28.10.2019 05:02:22  
 Длительность проверки: 00:00:02  
 Комментарии: не указано  
 Модули поиска: Сводная коллекция ЭБС, Коллекция РГБ, Цитирование, Коллекция eLIBRARY.RU, Модуль поиска Интернет, Модуль поиска "msun", Кольцо вузов



Заимствования — доля всех найденных текстовых пересечений, за исключением тех, которые система отнесла к цитированиям, по отношению к общему объему документа.  
 Цитирования — доля текстовых пересечений, которые не являются авторскими, но система посчитала их использование корректным, по отношению к общему объему документа. Сюда относятся оформленные по ГОСТу цитаты; общеупотребительные выражения; фрагменты текста, найденные в источниках из коллекций нормативно-правовой документации.  
 Текстовое пересечение — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.  
 Источник — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.  
 Оригинальность — доля фрагментов текста проверяемого документа, не обнаруженных ни в одном источнике, по которому шла проверка, по отношению к общему объему документа.  
 Заимствования, цитирования и оригинальность являются отдельными показателями и в сумме дают 100%, что соответствует всему тексту проверяемого документа.  
 Обращаем Ваше внимание, что система находит текстовые пересечения проверяемого документа с проиндексированными в системе текстовыми источниками. При этом система является вспомогательным инструментом, определение корректности и правомерности заимствований или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остается в компетенции проверяющего.

№	Доля в отчете	Доля в тексте	Источник	Ссылка	Актуален на	Модуль поиска	Блоков в отчете	Блоков в тексте
[01]	4,11%	4,11%	Анализ технологии управления беспил.	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	14 Окт 2019	Коллекция eLIBRARY.RU	616	7
[02]	1,06%	1,06%	Original article Autonomous Unmanned ...	<a href="http://publications.lib.chalmers.se">http://publications.lib.chalmers.se</a>	07 Фев 2017	Модуль поиска Интернет	159	1
[03]	0%	0,87%	Беспилотный летательный аппарат	<a href="http://ru.wikipedia.org">http://ru.wikipedia.org</a>	14 Фев 2018	Модуль поиска Интернет	0	1
[04]	0%	0,87%	Беспилотный летательный аппарат —...	<a href="https://ru.wikipedia.org">https://ru.wikipedia.org</a>	19 Июн 2019	Модуль поиска Интернет	0	1
[05]	0,7%	0,7%	Мир науки, культуры, образования. №..	<a href="http://bibliorossica.com">http://bibliorossica.com</a>	26 Мая 2016	Сводная коллекция ЭБС	105	1
[06]	0,67%	0,67%	ДП 150528 ТЭФ Бухаргожа МС.txt	не указано	29 Мая 2015	Кольцо вузов	100	1
[07]	0,57%	0,57%	13387	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	09 Мар 2016	Сводная коллекция ЭБС	86	1
[08]	0%	0,51%	Вестник государственного университе..	<a href="http://bibliorossica.com">http://bibliorossica.com</a>	26 Мая 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	1
[09]	0,51%	0,51%	Синепольский Дмитрий Владимирови...	не указано	12 Июн 2018	Кольцо вузов	76	1
[10]	0,49%	0,49%	493.pdf	не указано	07 Июн 2017	Кольцо вузов	74	1
[11]	0%	0,49%	Иванов Валерий Афанасьевич Иванов...	не указано	12 Июн 2017	Кольцо вузов	0	1
[12]	0%	0,49%	ВКР Иванов Валерий Афанасьевич	не указано	13 Июн 2017	Кольцо вузов	0	1
[13]	0%	0,44%	О ПОСТРОЕНИИ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ ИН...	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	17 Дек 2016	Коллекция eLIBRARY.RU	0	1

## Текст документа

УДК 656.61.052

ПРОЕКТ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

МОРСКИМ БЕЗЭКИПАЖНЫМ СУДНОМ

PLAN DESIGN OF THE CONTROL

FOR A MARINE CREWLESS VESSEL

Штаев Денис Викторович

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского

Shtaev Denis Viktorovich

Maritime State University after G.I. Nevelskoy

shtaevdv@mail.ru

Аннотация: В статье описывается структура автоматизированной системы управления судном, ее составных частей, таких как авторулевой, интерфейс, контроллеры и датчики, система адаптивной подстройки курса, а также задаются основные направления работы и обзор современного состояния данной технологии.

Annotation: The article describes the structure of an automated ship control system, its components, such as autopilot steering, interface, controllers and sensors, adaptive course control system, as well as sets the main directions of work and an overview of the current state of the technology.

Ключевые слова: Автоматизированная система управления движением судна (АСУДС), пульт управления судном (ПУС), микроконтроллер, интерфейс, система управления движением судов (СУДС), морское автономное надводное судно (МАНС).

Keywords: Automated ship traffic control system, ship control panel, microcontroller, interface, ship traffic control system, autonomous marine surface vessel.

Объект исследования: теория управления техническими системами в том числе автоматизированное управление.

Предмет исследования: технологии управления сложными автономными техническими объектами, алгоритмы адаптивной подстройки курса судна.

Цель: построение проекта модели интерактивного пульта управления водным транспортом, анализ вариантов его реализации, выбор оптимальных вариантов и создание схемы реализации.

Статья выполнена в рамках научно-исследовательской работы кафедры радиоэлектроники и радиосвязи Морского государственного университета им. адм. Г.И. Невельского «Морское безэкипажное судно».

Проект подразумевает создание крупноразмерной модели морского автоматически и дистанционно управляемого судна для коммерческих морских перевозок. Предполагается гибридный способ управления судном, который позволит совмещать традиционное (пилотируемое) управление с дистанционным и автономным управлением, что позволит сэкономить на эксплуатационных расходах в виде освобождения от части затрат на экипаж и помещений для него, оптимизации затрат ресурсов на прокладку маршрута, адаптации к погодным и прочим условиям, а также обеспечить повышение уровня безопасности мореплавания за счет исключения человеческого фактора в системе принятия сложных решений, основанных на частых многочисленных вычислениях и быстрых процессах [4].

Пульт управления судном (ПУС) – устройство контроля и управления техническими системами судна, располагаемое в рулевой рубке. Чем выше уровень судовой автоматизации, тем сложнее конструкция ПУС, но тем больше возможностей имеет оператор по управлению судовыми системами, контролю их автоматической работы в дистанционном режиме.

От уровня автоматизации судна зависит количество обслуживающего технического персонала, защищенность, уровень безопасности мореплавания.

В соответствии с трехуровневой моделью автоматизированных систем с дистанционным управлением верхний уровень (Management Level) диспетчеризации и администрирования включает пульт управления, состоящий из центрального компьютера, периферийных органов управления и интерфейса, через который оператор осуществляет взаимодействие с контроллерами среднего уровня. Средний уровень

(Automation Level) автоматизированного управления процессами содержит контроллеры, модули ввода-вывода сигналов и коммутационное оборудование. Нижний уровень (Field Level) включает оконечные устройства – датчики и исполнительные механизмы. Схема сопряжения оборудования систем контроля и управления судна, включая их представление в интерфейсе, отображена на рисунке 1 [3].

Рис. 1. Схема сопряжения систем контроля и управления судна и их отображение в интерфейсе.

Интерфейс пульта управления должен отображать схемы каждой системы в отдельности, с возможностью переключения между ними, органы управления данными системами, а также характеристики для контроля их состояния. Для разработки программного обеспечения автоматизированных систем управления технологическими процессами 6 удобно использовать специально для этих целей предназначенные программные продукты SCADA или LabVIEW, функционирующие на различных ОС, в том числе MS Windows [7].

В качестве аппаратуры управления среднего уровня используют цифровые сигнальные процессоры или микроконтроллеры 1 ,

программируемые на языках высокого уровня, таких как C, C++, Модуль-2,

Оберон SA или Ада 1 95. В проекте «Морское безэкипажное судно»

Морского государственного университета им. адм. Г.И. Невельского использованы микроконтроллеры семейства PIC32. Контроллеры обрабатывают два вида сигналов: исходящие и входящие. Исходящие (управляющие) направляются на исполнительные устройства, входящие (телеметрические) считывают значения характеристик с устройств и отражают их численное или графическое значение в интерфейсе.

Контроллер отдает команды исполняющим механизмам либо посредством широтно-импульсной модуляции – PPM (Pulse Phase Modulation), т.е.

режим задается длительностью импульсов, либо импульсно-кодовой модуляции – PCM (Pulse Code Modulation), т.е. с помощью цифрового

сигнала по последовательному интерфейсу Inter-Integrated Circuit (IIC/I2C),

указывая адрес устройства и задавая требуемое значение. PPM сигнал

имеет фиксированную длину периода  $T = 20$  мс. Это означает, что 1

фиксированная информация передается 50 раз в секунду. Преимущество

цифрового канала связи заключается в легкости коммутации с любым

цифровым 1 пультом управления. Недостатком такого канала будет наличие задержки передаваемого сигнала [3].

В сравнении с централизованными пультами управления,

распределенная система размещения контроллеров (см. рис. 1), ввиду их близости к датчикам и исполнительным устройствам, обеспечивает существенное снижение длины кабельных линий. Кроме того такая схема удовлетворяет условию разделения каналов для резервного дублирования и использования сигналов разного характера, например дискретных – тех, у которых есть только два режима (включено и выключено) и

пропорциональных – тех, у которых величина параметра изменяется плавно, пропорционально отклонению регулятора на пульте управления (рулю, рычагу джойстика, ползунку интерфейса). Микроконтроллерное

управление позволяет автоматизировать часть процессов, устанавливая зависимость между связанными между собой сигналами. При условии взаимного влияния величина одного сигнала может 1 являться условием для

расчета величины другого. В таком случае применяется микширование

сигналов: два сигнала смешиваются по какому-либо математическому

закону, и затем 1 направляются на исполнительные устройства. Интерфейс

управления позволит включать, отключать и изменять эту зависимость [3].

Рис. 2. Схема передачи обратной связи от рулевой машины на пульт управления.

Пример успешного использования контроллера – в качестве

авторулевого устройства (авторулевой). Авторулевой удерживает судно на

заданном курсе, численное значение которого хранится в памяти

устройства контроллера или ЭВМ, при помощи схемы обратной связи (рис.

2). Датчик положения руля вырабатывает электрический сигнал

пропорциональный углу поворота руля  $\theta$  и возвращает его от рулевой

машины на контроллер или центральный компьютер для сравнения с

заданным значением и корректировки. Вместо пера руля в качестве

поворотного механизма рулевой машины могут использоваться

электрогидравлические рулевые машины (насосы по правому и левому

борту судна) или поворотные винтовые колонки. Использование обратной

связи также демонстрирует приведенную выше взаимозависимость

сигналов – в данном случае характер управления не всегда одинаков и

зависит от ответной реакции. Так же, например, режим запуска двигателя

зависит от предварительно учтенных условий его запуска. Таким же

образом качество управления зависит от характера переходных процессов,

которые в свою очередь зависят от величины перерегулирования ( $\Pi$ ),

времени переходного процесса (ВПП) и величины ошибки (Альфа ош)

удержания судна на курсе. Это означает, что авторулевой должен учитывать

чувствительность рулевой машины: высокая (инертная) или низкая

чувствительность (замедленный отклик) приводят к избыточному пути

поворота или рысканью судна (рис. 3). Адаптивная система авторулевого,

учитывая изменение загрузки (осадки), скорости хода, глубины под килем,

степени волнения, погодных условий и других параметров, позволяет

установить оптимальный режим движения [5].

Рис. 3. Зависимость инертности при повороте от чувствительности

рулевой машины.

На скорость движения судна влияет амплитуда и частота углов

перекладки руля, часовой расход топлива пропульсивной установки и

множество других факторов, которые невозможно учесть без специальной

обработки. Условия формируют так называемые комплексные критерии

эффективности, используя которые можно сформировать оптимальный

режим управления [2].

Следовательно, необходима не просто градация режимов управления,

а их индивидуальное к каждому случаю создание – адаптивная система.

Также такие системы управления в зависимости от их характера действия

называют прогнозирующими (MPC – Model Predictive Control), причинно-

следящими или кондициональными. В судовождении такая система может

решать задачи по стабилизации курса, удержанию центра массы судна на

заданной траектории и другие. Систему управления «тренируют» на

распознавание ситуаций с помощью нейронных сетей. Это позволяет

характеризовать принимаемые решения как определенные,

неопределенные (вероятностные), решения риска (имеющие несколько

результатов исхода) и другие [1].

Характер телеметрической системы на нижнем уровне зависит от

предназначения (потребностей) судна и возможности ее установки. Тем не

менее, для любого дистанционно управляемого судна существует минимум

датчиков, необходимый для обеспечения полноценного и безопасного

движения. Прежде всего, это – видеокамеры, количество и разрешающая

способность которых зависят от габаритов судна. Парное расположение

камер подобно зрению человека позволяет производить угловой замер

расстояния до точки наблюдения. Кроме того в комплексе с камерами

видео наблюдения может использоваться система распознавания образов.

Для создания алгоритмов распознавания образов нейронные сети проходят длительное обучение и требуют предоставления большого количества информации в виде множества вариаций образов. Недостатки камер – ограничение дальности видения и зависимость качества изображения от погодных условий.

Избежать этих недостатков позволяет использование радиолокационной станции (радара), определяющей расстояние до объектов (препятствий) в довольно большом радиусе, посредством радиолокации – излучения и принятия, отраженных от объектов радиоволн.

Также необходимы АИС (Автоматическая идентификационная система (англ. AIS Automatic Identification System) — система **идентификации судов, их габаритов, курса и других данных с помощью радиоволн** **9** УКВ-диапазона и комплекс датчиков определения положения и движения судна – навигации и геолокации, состоящий из гирокомпаса, лага и др. устройств.

Для более качественной и точной идентификации соседних судов, навигации и геолокации возможно использование алгоритмов на основе Байесовского метода, состоящего в единовременном комбинировании данных от приборов с данными существующих карт, аналогично автомобильной системе SLAM (simultaneous localization and mapping).

Подобный проект под названием MUNIN (Морская беспилотная навигация через мониторинг сети) разрабатывается в Европейском Союзе. Он предполагает расширенную навигацию путем непрерывного объединения данных от датчиков судна (например, радар и АИС в сочетании с современными дневными и инфракрасными камерами) с существующими данными глобальных навигационных систем. Perl-скрипт «munin-node» формирует индикаторы функционального состояния судна, включающие информацию от датчиков, сжатые в сообщения малого объема и регулярно (раз в 5 минут) отправляет на сервер берегового центра управления, где данные включают в общедоступные электронные навигационные карты реального времени [6].

Для дистанционного управления судном **требуются каналы связи высокой пропускной способности, которые сложно организовать, особенно для загоризонтной (спутниковой) связи** **1**. Ограниченная пропускная способность спутника в некоторых регионах и высокие затраты на связь делают решение для дистанционного управления с интенсивным использованием полосы пропускания труднодоступными. Кроме того существуют задачи по обеспечению безопасности связи, ее соответствия для использования при бедствиях. Проблемы проектирования и организации системы связи в виду сложности вопроса и объема работы требуют специального подхода, поэтому будут рассмотрены отдельно. Таким образом, в задачи заявленной научно-исследовательской работы входят: разработка программного обеспечения для пульта управления системами судна, построение оптимальной распределенной системы микроконтроллеров и датчиков, их программирование в соответствии с адаптивной программой, а также разработка и организация системы связи, соответствующей существующим стандартам безопасности. Часть необходимого оборудования (микроконтроллеры, программное обеспечение, датчики и механизмы) определена и уже используется для реализации проекта. Следующей основной задачей является тестирование работы среднего и нижнего уровней системы – управление механизмами и получение информации от датчиков с помощью микроконтроллеров.

Список источников и литературы:

1. Вагущенко Л.Л., Цымбал Н.Н. Системы автоматического управления движением судна. Одесса **7**: Феникс, 2007. – 328 с.

2. Журнал «Рациональное управление предприятием». No3 (2009). стр. 72-75.  
Автоматизация производства. Интегрированные системы управления движением судна.  
Э. Б. Быков, к.т.н., А. В. Козлов, д.т.н., И. И. Туркин, д.т.н., проф., НПО «АМТ».
3. Журнал « Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса **5** » No2 (2019), г. Владивосток, Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, стр. 113-119.
4. Сборник докладов Третьей всероссийской научно-практической конференции «Морские исследования на Дальнем Востоке», Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского, с. 150-154.
5. Студопедия. Управление движением судна. Автоматические рулевые системы. [Электронный ресурс] URL: [https://studopedia.su/20\\_128024\\_upravleniya-dvizheniem-sudna.html](https://studopedia.su/20_128024_upravleniya-dvizheniem-sudna.html)
6. International Journal of e-Navigation and Maritime Economy 1 (2014) 1 – 13.  
« Autonomous Unmanned Merchant Vessel and its Contribution towards the e-Navigation Implementation: The MUNIN Perspective» Hans-Christoph BURMEISTER, Wilko BRUHN **2**, Ørnulf Jan RØDSETH, Thomas PORATHE.
7. Fastwel. Российская электроника для отечественных применений.  
Комплексная система контроля и управления судовыми объектами. [Электронный ресурс] URL: <https://www.fastwel.ru/solutions/kompleksnaya-sistema-kontrolya-i-upravleniya-sudovymi-obektami/>