046-051++_Макет 1 10.06.2015 20:01 Страница 46

Разработка комплексной системы контроля и управления на базе промышленных контроллеров FASTWEL

Людмила Грошева, Владимир Мерзляков, Сергей Перевезенцев, Валерий Плющаев

В статье описывается комплексная система контроля и управления судовыми объектами, реализованная для пассажирских колёсных судов проекта ПКС-40. Приводятся функциональные возможности системы, её отличительные особенности. Рассматривается структура системы и программно-аппаратная реализация на базе промышленных контроллеров FASTWEL и панельных компьютеров Advantech.

Особенности контроля и управления судами с колёсным движительно-рулевым комплексом

В 2011 году в Нижнем Новгороде было введено в эксплуатацию первое судно с колёсным движительно-рулевым комплексом (КДРК). В настоящее время эксплуатируются два судна такого типа (рис. 1) – круизные теплоходы «Сура» и «КолёсовЪ», третье будет введено в эксплуатацию в навигацию 2015 года. Отличительной особенностью судов этого типа является наличие двух гребных колёс, расположенных по бортам в кормовой части судна, и отсутствие традиционного руля. В качестве энергетической установки используются два дизель-генератора, каждый мощностью 120 кВт. Использование колёсного движительно-рулевого комплекса позволило уменьшить осадку до 0,75 м и снизить расход топлива по сравнению с судами с традиционным винто-рулевым комплексом на 40%.

Гребные колёса приводятся в движение двумя независимыми управляемыми электроприводами, включающими в свой состав преобразователи частоты и асинхронные электродвигатели. Судоводитель управляет курсом судна, меняя соотношение частот вращения гребных колёс. Режим работы колёс (направление и частота вращения) задаётся судоводителем с помощью двух джойстиков.



Рис. 1. Судно с колёсным движительно-рулевым комплексом

Как показал опыт эксплуатации, судно с КДРК мгновенно реагирует на любое изменение соотношения числа оборотов гребных колёс, что, с одной стороны, обеспечивает его высокую управляемость, с другой стороны, создаёт значительные трудности для судоводителя при удержании судна на заданном курсе. Конструктивные особенности судна (малая осадка, плоское дно, малая величина отношения длины корпуса к ширине, большая парусность, отсутствие руля) существенным образом меняют реакцию судна на управляющие воздействия по сравнению с судами с традиционным винто-рулевым движительным комплексом.

Эти особенности требовалось учесть при проектировании комплексной системы контроля и управления (КСКУ) судна с КДРК.

Реализация комплексной системы контроля и управления

Можно выделить четыре основные функции КСКУ:

- контроль и управление вспомогательными техническими средствами судна (система водоподготовки, топлив-

046-051++_Макет 1 10.06.2015 20:01 Страница 47

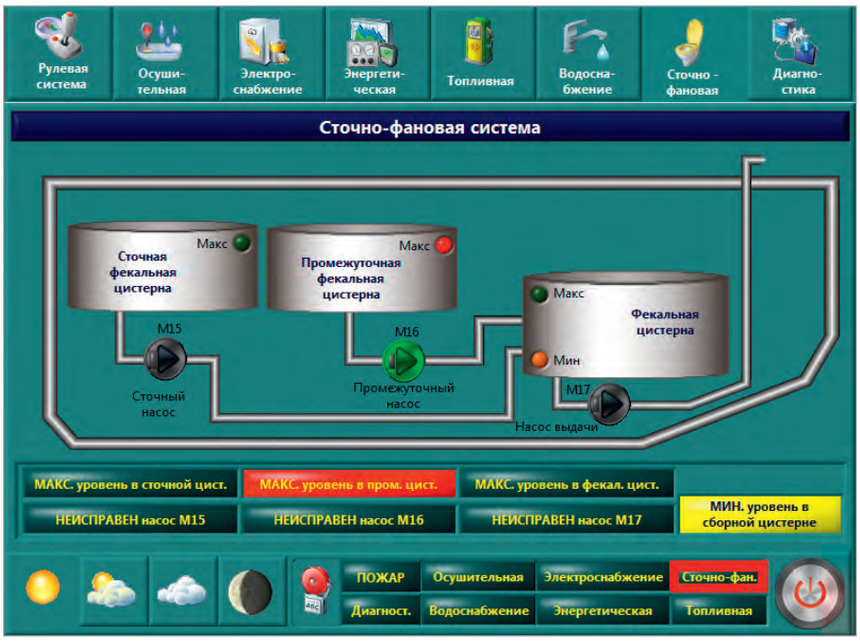


Рис. 2. Мнемосхема «Сточно-фановая система»

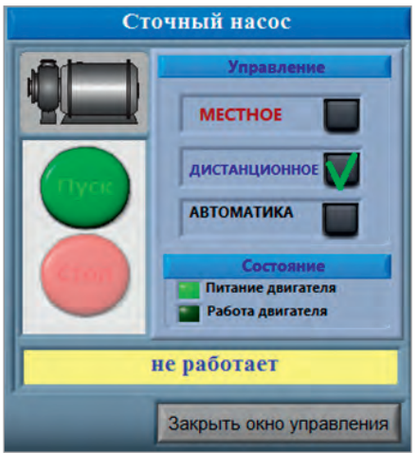


Рис. 3. Служебный экран «Сточный насос»

ная система, сточно-фановая система и др.);

- контроль и управление колёсным движительно-рулевым комплексом;
- аварийно-предупредительная сигнализация;
- диагностика.

Контроль и управление вспомогательными техническими средствами судна обеспечивает контроль параметров основных систем судна и дистанционное управление рядом механизмов и агрегатов. Все параметры систем отображаются на экранах двух панельных компьютеров (панелях оператора), с сенсорных экранов которых производится дистанционное управление механизмами и агрегатами судна.

Отображаемые на панели оператора экраны функционально разделены на два уровня:

- уровень системных (основных) экранов, предназначенных для оперативного контроля основных параметров судовых систем, представленных в виде мнемосхем;
- уровень служебных экранов, предназначенных для дистанционного управления отдельными механизмами и агрегатами.

Все системные экраны имеют одинаковую структуру. В верхней линейке экрана расположены кнопки, при нажатии на которые в центральной части экрана отображаются следующие мнемосхемы: рулевая система, осушительная система, система электроснабжения, топливная система, система водоснабжения, сточно-фановая система, диагностика. На рис. 2 приведена мнемосхема «Сточно-фановая система».

Для дистанционного управления насосом необходимо нажать пальцем на соответствующий значок и вызвать служебный экран (рис. 3).

Контроль и управление колёсным движительно-рулевым комплексом. В системе предусмотрен аварийный (ручной) режим управления КДРК. Сигналы управления, минуя КСКУ, передаются непосредственно с джойстиков на дискретные входы частотных приводов гребных колёс по отдельной кабельной линии. В этом режиме можно задать каждому колесу три фиксированных значения частоты вращения вперёд и три назад (сигналы снимаются с контактов джойстиков). На судне с традиционным рулём судоводитель имеет возможность отслеживать положение пера руля, что позволяет ему адекватно формировать управляющие воздействия. КСКУ получает параметры частотных приводов (частота вращения, развиваемый момент и пр.) по шине RS-485, на основании полученных данных вычисляет вектор упора и отображает его на экране вместе с другими параметрами, необходимыми судоводителю для принятия решения [1].

В маневровом режиме с джойстиков снимаются аналоговые сигналы, КСКУ обрабатывает их и формирует шесть ступеней аналогового сигнала управления для частотных приводов (каждому колесу задаётся шесть фиксированных значений частоты вращения вперёд и шесть назад). Это позволяет судоводителю плавно управлять частотой вращения гребных колёс и получать высокие качественные характеристики процесса управления. Маневровый режим предназначен для выполнения швартовных операций, манёвров при расхождении и обгоне и при выполнении судном циркуляции.

Для исключения перегрузок дизель-генераторов и их аварийной остановки, возможных при резком перемещении джойстиков, в КСКУ реализовано ограничение по моменту, развиваемому приводами колёс.

В ходовом режиме КСКУ освобождает судоводителя от сложного выбора соотношения частот вращения колёс при совершении манёвра. Левым джойстиком задаётся величина упора колёс (скорость движения судна), правым джойстиком – направление и величина угловой скорости поворота судна (скорость поворота вектора упора колёс, или виртуального руля зависит от угла отклонения джойстика). Этот режим обеспечивает высокое качество процесса управления и экономию топлива [2, 3]. Поворот судна осуществляется за счёт увеличения частоты вращения одного колеса, при достижении им максимальной частоты вращения снижается частота вращения другого колеса. Для быстрого разворота судна предусмотрен режим «Циркуляция», при включении которого колёса вращаются в противоположные стороны. Возможен медленный разворот судна на месте. Для этого левый джойстик устанавливается в нулевое положение (задаётся нулевая скорость судна), а правым джойстиком задаётся отклонение руля в сторону поворота (при этом вращается только одно колесо). Для быстрого возврата виртуального руля в нулевое положение необходимо нажать кнопку на левом джойстике (при этом частота

046-051++_Макет 1 10.06.2015 20:02 Страница 48

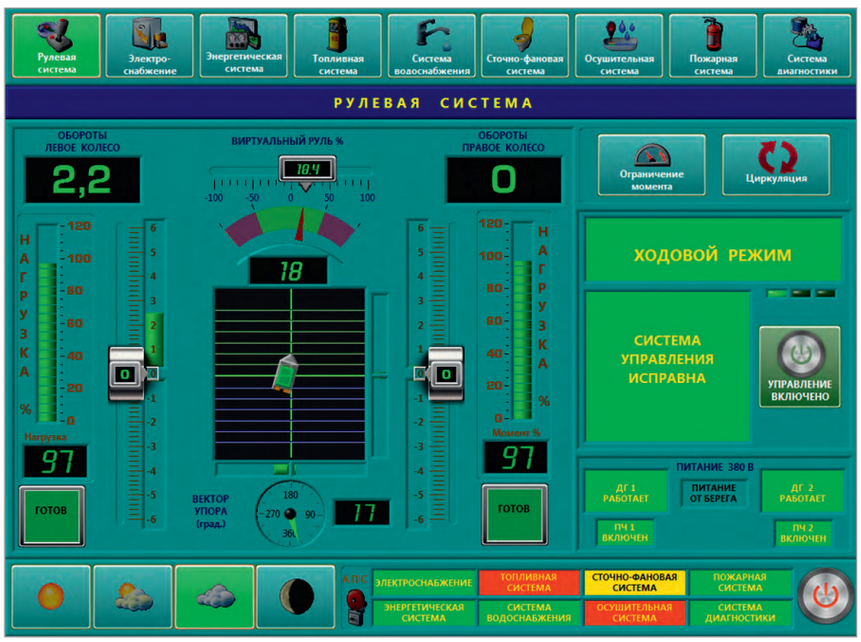


Рис. 4. Панель «Рулевая система»



Рис. 5. Панель «Диагностика»

Таблица 1

Применяемые в КСКУ модули FASTWEL I/O

Компоненты	Тип модуля	Количество модулей в контроллерах		
		КНТ МО	КНТ НО	КНТ Р
Контроллер узла сети	CPM70301	1	1	1
Модуль ввода питания	OM75101	1	1	1
Модуль дискретного ввода	DIM71701	8	6	1
Модуль дискретного вывода	DIM71901	2	1	1
Модуль аналогового ввода	AIM72702	–	–	1
Модуль аналогового вывода	AIM73101	1	–	–
Модуль интерфейсный	NIM74101	2	–	2
Оконечный модуль	OM75001	1	1	1

вращения колёс становится одинаковой).

Как отмечалось ранее, реакция судна с КДРК на управляющие воздействия существенно отличается от реакции судов с традиционным винто-рулевым комплексом. Для обеспечения адекватной оценки ситуации судоводителем КСКУ отображает на мониторе ориентацию судна в пространстве в зависимости от текущих управляющих воздействий. Кроме того, во всех режимах на экране (рис. 4) отображаются параметры, необходимые судоводителю для принятия решения (нагрузка электроприводов колёс, частота вращения колёс, величина управляющих воздействий, направление вектора упора, ориентация судна и т.п.).

Аварийно-предупредительная сигнализация. В нижней линейке экрана расположены кнопки выбора палитры экрана (четыре левые кнопки) и индикаторы обобщённой аварийно-предупредительной сигнализации. При возникновении аварийной ситуации в какой-либо системе соответствующее этой системе поле мигает жёлтым или красным цветом (это интегральная ошибка по системе в целом). Для выяснения причины возникшей аварийной ситуации на экран вызывается мнемосхема соответствующей системы, на которой доступна детальная информация. Квитирование аварийной ситуации осуществляется нажатием на соответствующее поле.

Диагностика. КСКУ предоставляет широкие возможности для диагностики как системы в целом, так и её отдельных компонентов (рис. 5):

- частотных преобразователей;
- контроллеров;
- модулей ввода/вывода;
- линий связи.

Структура и состав КСКУ

Основными компонентами КСКУ являются:

- контроллер машинного отделения (КНТ МО);
- контроллер носового отделения (КНТ НО);
- контроллер рулевой рубки (КНТ Р);
- панельный компьютер управления ПК1 (основной);
- панельный компьютер управления ПК2 (дублирующий).

Структура системы приведена на рис. 6. Контроллер носового отделения размещён в санитарном отсеке и обслуживает датчики и исполнительные механизмы, расположенные в носовой ча-

046-051++_Макет 1 10.06.2015 20:02 Страница 49

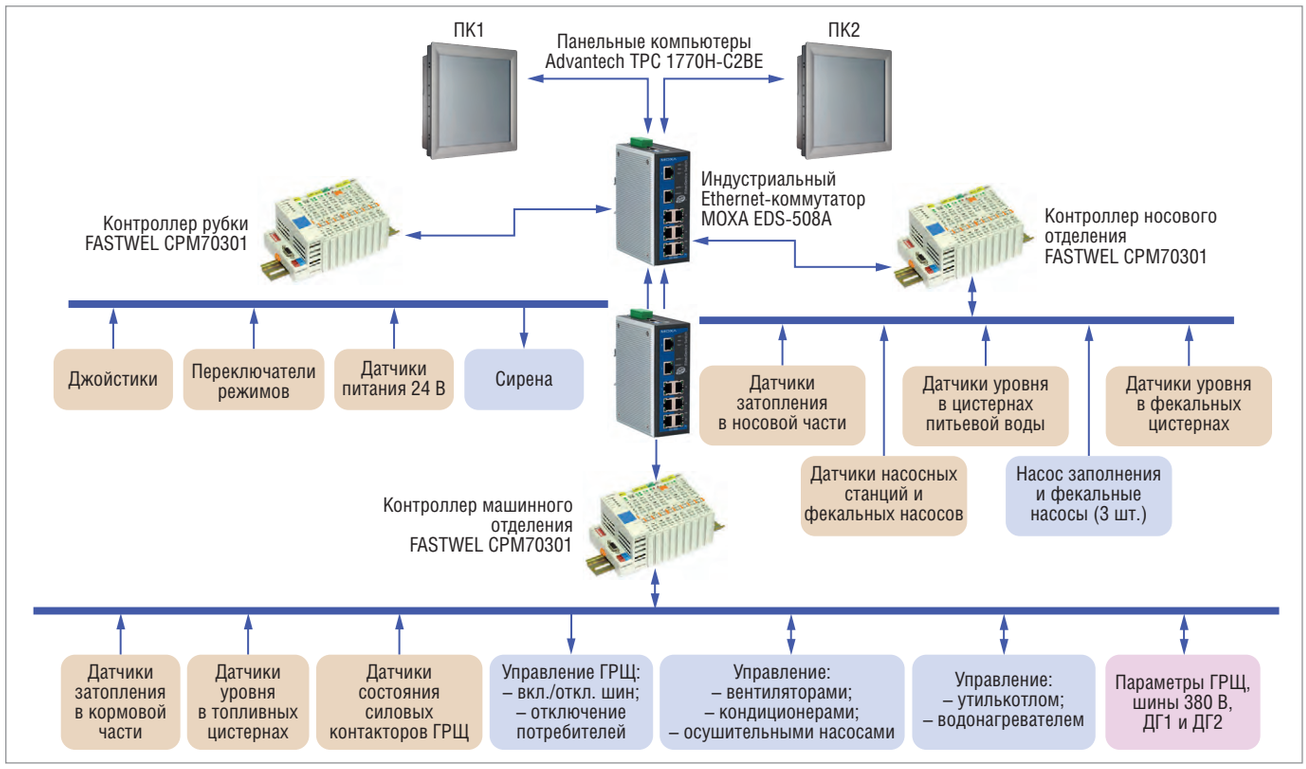


Рис. 6. Структура комплексной системы контроля и управления

сти судна. Контроллер МО (рис. 7) размещён в машинном отделении и обслуживает датчики и исполнительные механизмы, расположенные в кормовой части судна. Контроллер рубки размещён непосредственно в головном пульте управления судном и обслуживает датчики и органы управления, расположенные в рубке судна. Контроллеры обеспечивают сбор данных с датчиков и передачу их в компьютеры для обработки и принятия решений, а также передачу сигналов управления от компьютеров на исполнительные устройства. Связь между основными элементами системы осуществляется по промышленной локальной сети Ethernet с помощью коммутаторов Моха. Обмен информацией между контроллерами и частотными преобразователями (ПЧ1 и ПЧ2), частью узлов главного распределительного щита (ГРЩ) и дизель-генераторами (ДГ1 и ДГ2) реализован по линиям RS-485, с остальными датчиками и исполнительными устройствами – по физическим линиям.

Размещение контроллеров в непосредственной близости от датчиков и исполнительных устройств обеспечивает существенное снижение длины кабельных линий (в несколько раз по сравнению с традиционными централизованными пультами контроля и управления). Контроллеры реализованы на базе компонентов распределённой системы ввода/вывода FASTWEL I/O (табл. 1).

Панельные компьютеры (TPC-1770H фирмы Advantech) размещены непосредственно на пульте управления. Они обеспечивают отображение информации на мнемосхемах и управление тех-

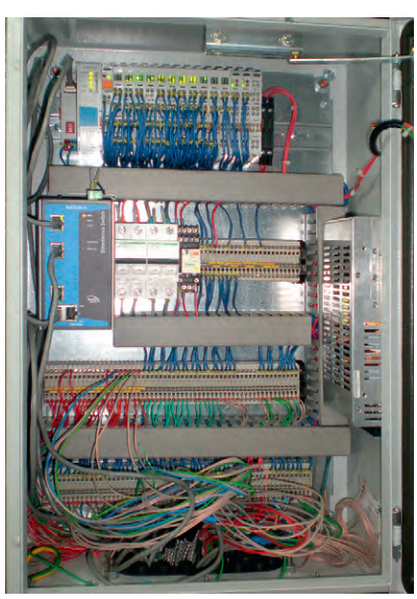


Рис. 7. Контроллер машинного отделения



Рис. 8. Рубка теплохода «КолёсовЪ» (ходовые испытания)

046-051+++_Макет 1 11.06.2015 14:17 Страница 50

ническими средствами судна с использованием сенсорных экранов. ПК1 и ПК2 в рубке идентичны по аппаратуре и программному обеспечению и полностью дублируют друг друга (рис. 8). В нормальном режиме на одном из них отображается информация для судоводителя (направление вектора тяги, параметры движительного комплекса и пр.), на другом – технологическая информация о состоянии устройств и механизмов судна в виде мнемосхем. Сенсорные экраны позволяют легко менять мнемосхемы на экране и осуществлять управление судовыми устройствами. Судоводитель по своему усмотрению может вызвать на экран ПК любую мнемосхему, отображающую состояние выбранной судовой системы. ПК работают под управлением операционной системы Microsoft Windows 7. Программное обеспечение разработано в среде программирования LabVIEW.

Выводы

Комплексная система контроля и управления для судна с КДРК имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с традиционными судовыми системами:

- реализация алгоритма задания скорости движения, направления и скорости поворота единым органом для обоих гребных колёс обеспечивает высокое качество процесса управления при существенном снижении нагрузки на судоводителя;
- использование для отображения информации и дистанционного управления агрегатами судна двух компьютеров с сенсорными экранами и унифицированным программным обеспечением существенно сокращает затраты на создание пультов контроля и управления;
- реализация КСКУ в виде распределённой системы с унифицированными каналами связи в несколько раз снижает протяжённость кабельных трасс;
- исчерпывающая информация о состоянии судовых систем, представленная в виде мнемосхем, позволяет судоводителю легко ориентироваться в текущей ситуации;
- распределённая структура и унифицированная аппаратная база дают широкие возможности для модернизации системы;
- широкие диагностические возможности распределённой системы ввода/вывода FASTWEL I/O упрощают техническое обслуживание и ремонт системы.

В настоящее время на строящемся третьем теплоходе с колёсно-движительным комплексом устанавливается КСКУ, модернизированная по результатам эксплуатации теплохода «КолёсовЪ». ●



Литература

1. Грошева Л.С., Мерзляков В.И., Перевезенцев С.В., Плющаев В.И. Контроль вектора тяги колёсного движительного комплекса теплохода // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер. Морская техника и технология. – 2011. – № 3.
2. Поляков И.С. Моделирование расхода топлива в различных эксплуатационных режимах судна с колёсным движителем // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2013. – Вып. 35.
3. Плющаев В.И., Соловьёв Д.С. Снижение влияния внешних воздействий на процесс удержания судна с колёсным движителем на курсе // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2014. – Вып. 40.

E-mail: srgpsv70@gmail.com

Новый облик промышленных средств ЧМИ



Панельные компьютеры «тонкий клиент» с программируемыми функциональными клавишами и поддержкой технологии multitouch

ADVANTECH
Enabling an Intelligent Planet

- Широкий экран формата 16:9 позволяет передавать больше информации за счет увеличенной на 40% области просмотра, что облегчает процесс управления
- Встроенные интеллектуальные функциональные клавиши и кнопка возврата в главное меню упрощают работу оператора и сокращают время реагирования
- Многоцветные светодиодные индикаторы позволяют оператору быстро получить информацию о рабочем статусе панельного компьютера

Advantech Co., Ltd.
Представительство в России
Тел.: +7 (495) 644-0364,
8 (800) 555-0150
(бесплатно по России)
info@advantech.ru
www.advantech.ru



TPC-1840WP/2140WP
Панельный компьютер на базе двухъядерного процессора AMD с 18,5" (WXGA)/21,5" (Full HD) TFT ЖК-дисплеем и сенсорным экраном с поддержкой multitouch



SPC-1840WP/2140WP
Стационарный панельный компьютер на базе двухъядерного процессора AMD с 18,5" (WXGA)/21,5" (Full HD) TFT ЖК-дисплеем и сенсорным экраном с поддержкой multitouch



FPM-7181W/7211W
Промышленный монитор с диагональю 18,5"/21,5", с проекционно-ёмкостным сенсорным экраном и портами Direct-VGA и DVI

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ADVANTECH

ProSoft®

МОСКВА	Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ	Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru
АЛМА-АТА	Тел.: (727) 329-5121; 320-1959 • sales@kz.prosoft.ru • www.prosoft-kz.com
ВОЛГОГРАД	Тел.: (8442) 260-048 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ	Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
КАЗАНЬ	Тел.: (843) 203-6020 • Факс: (843) 203-6020 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru
КИЕВ	Тел.: +38 (044) 206-2343; 206-2478 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft-ua.com
КРАСНОДАР	Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Н. НОВГОРОД	Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • n.novgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru
НОВОСИБИРСК	Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: (383) 230-2729 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru
ОМСК	Тел.: (3812) 286-521 • Факс: (3812) 315-294 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru
САМАРА	Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru
УФА	Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru
ЧЕЛЯБИНСК	Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru

Реклама