

# Системы защиты, приборы и устройства безопасности для грузоподъёмной техники

**Л.С. КАМИНСКИЙ**,  
канд. техн. наук,  
**И.А. ПЯТНИЦКИЙ**,  
**И.Г. ФЁДОРОВ**,  
канд. техн. наук  
(ООО НПП «ЭГО»),  
**А.В. ЕРЗУТОВ**,  
**М.И. ЗАТРАВКИН**,  
**А.С. КАМИНСКИЙ**,  
**Л.Н. МУХИН**  
(ООО «АЭМЗ»)

*Рассмотрены ограничители нагрузки серии ОНК-160, а также системы радиуправления грузоподъёмных кранов и дистанционного мониторинга парка грузоподъёмной техники производства ООО «АЭМЗ». Отмечена перспективность применения систем безопасности и управления с использованием жидкокристаллических цветных графических дисплеев типа TFT, а также дисплеев серий DP250 и DP700 фирмы «Данфосс».*

ООО «Арзамасский электромеханический завод» (ООО «АЭМЗ») с 2008 г. серийно производит **ограничители нагрузки (грузоподъёмности) серии ОНК-160** практически для всех типов грузоподъёмной техники: стреловых автомобильных кранов, гусеничных, железнодорожных, порталных, башенных кранов, кранов-трубоукладчиков, кранов мостового типа, кранов-манипуляторов и подъёмников (вышек). В 2013 г. объём производства одних только приборов серии ОНК-160 составил 6345 шт. (рис. 1). Благодаря высоким потребительским качествам приборы безопасности ООО «АЭМЗ» пользуются спросом у отечественных и зарубежных (рис. 2) заводов-изготовителей грузоподъёмной техники и эксплуатирующих организаций.

**Ограничитель нагрузки ОНК-160С** (рис. 3), устанавливаемый на стреловые грузоподъёмные краны, одновременно выполняет функции ограничителя грузо-

подъёмности (защита кранов от перегрузок и опрокидывания при подъёме груза), ограничителя рабочих движений [автоматическое отключение приводов исполнительных механизмов крана на безопасном расстоянии, например, от проводов воздушных линий электропередачи (ЛЭП)], координатной защиты (ограничение рабочих зон кранового оборудования, защита рабочего оборудования от повреждения при работе в стеснённых условиях), индикатора грузоподъёмности и других рабочих параметров крана, встроенного регистратора параметров работы крана, а также (при комплектации соответствующими блоками и датчиками) функций креномера, сигнализатора скорости ветра и контрольно-диагностической системы работы силовой установки и гидропривода крана [1].

На грузоподъёмных кранах, оборудованных **клапаном снижения скорости (КСС)**, ограничитель ОНК-160С уменьшает скорость поворота и наклона стрелы при подходе к границе рабочих зон для повышения безопасности и снижения динамических нагрузок в механизмах и металлоконструкции крана. **Модуль защиты от опасного напряжения (МЗОН)**, встроенный в прибор, служит для предупреждения машиниста об обнаружении ЛЭП и запрещения работы крана в охранной (опасной) зоне без установки координатной защиты. **Регу-**

Рис. 1. Сборочный цех ООО «АЭМЗ»





Рис. 2. Настройка прибора ОНК-160С на заводе кранов-трубоукладчиков австрийской фирмы Liebherr-Werk Telfs GmbH

*стратор параметров* (РП) крана, встроенный в ОНК-160С, обеспечивает запись (регистрацию) и хранение оперативной и долговременной информации о параметрах работы (в том числе о степени загрузки крана) в течение всего срока службы этого прибора.

Ограничитель грузоподъёмности ОНК-160С осуществляет следующие *вспомогательные функции* (рис. 4):

- самотестирование своих составных частей (блоков и датчиков);
- контроль исправности линий связи (кабелей) с датчиками прибора;
- формирование и выдачу в процессе тестирования на индикатор блока обработки информации (БОИ) кодов характерных неисправностей контролируемых функциональных узлов (контроллера оголовка стрелы – КОС, контроллеров поворотной и неповоротной частей крана – КПЧ и КНЧ) и линий связи с датчиками (давления – ДДЦ, типа MBS 1250 фирмы «Данфосс», азимута – ДА, вылета – ДВ, со встроенным датчиком наклона стрелы).

**Ограничитель нагрузки ОНК-160Б** (рис. 5) может применяться на башенных кранах вместе с *системой СДС-01*, обеспечивающей двустороннюю голосовую связь машиниста с центральной диспетчерской по GSM каналу, передачу данных регистратора параметров ограничителя и координат местонахождения крана по GPRS связи на удалённый сервер [2]. Ограничитель нагрузки одновременно с записью рабочих параметров крана в энергонезависимую память регистратора параметров

передаёт через интервал 10 с оперативную информацию и через 1 ч долговременную (через блок согласования) на удалённый веб-сервер, обеспечивающий возможность дистанционного доступа к данным, хранимым на сервере, с помощью персонального компьютера, подключённого к сети



Рис. 3. Комплект ограничителя нагрузки ОНК-160С

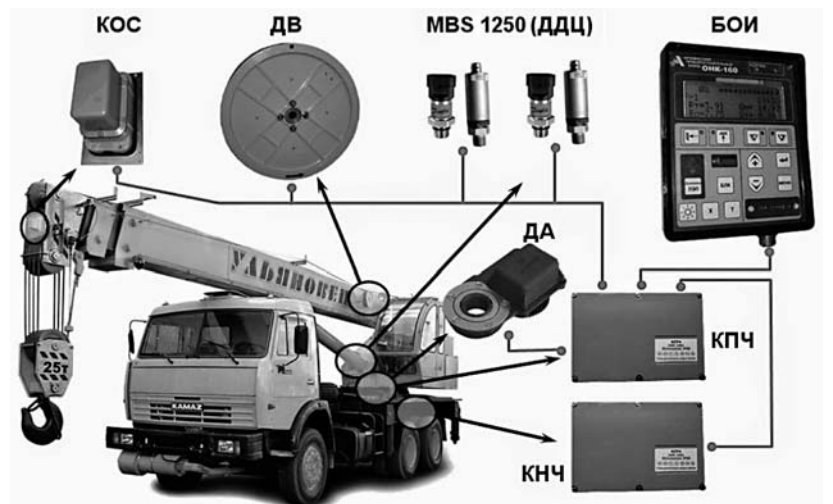


Рис. 4. Размещение датчиков и блоков прибора ОНК-160С на автомобильном кране



Рис. 5. Комплект прибора ОНК-160Б

Интернет. Объем оперативной информации, накапливаемой на удалённом сервере, ограничен только объемом его памяти, что позволяет контролировать работу крана в течение большого промежутка времени, измеряемого месяцами. К этой информации могут иметь доступ сотрудники центра управления парком грузоподъёмных машин, ответственный за безопасную эксплуатацию грузоподъёмных кранов, специалисты, ответственные за исправное состояние приборов безопасности кранов и другие заинтересованные лица, что позволяет оперативнее управлять парком машин, выявлять неисправности кранов, контролировать их возможную несанкционированную работу.

При необходимости диспетчер может установить голосовую связь с машинистом для различного вида сообщений, в том числе о неблагоприятных погодных явлениях. В свою очередь, машинист при нажатии тревожной кнопки может вызвать диспетчера и установить с ним голосовую связь, например, для сообщений о неисправностях кранового оборудования и т.п.

**Ограничитель нагрузки ОНК-160М** (рис. 6) может устанавливаться на мостовые краны вместе с *комплект радиоканала* (с рабочей частотой 2,4–2,5 ГГц, не подлежащей лицензированию), предназначенным для беспроводного обмена информацией между датчиками и блоками управления и полностью заменяющими кабель [3]. Опыт практической эксплуатации свидетельствует о том, что в условиях значительных помех, например, в электросталеплавильных цехах, где металл плавят фактически с помощью

короткого замыкания, на кранах с частотными приводами, в цехах с мощными тиристорными преобразователями и в других аналогичных местах, где устанавливались приборы, радиоканал работает устойчиво. Дальность действия, т.е. расстояние между датчиками и блоком управления ОНК-160М, достаточна для большинства кранов (до 100 м). Установка комплекта радиоканала проще, чем прокладка жгута по трубам, и занимает не более 2 ч. Использование радиоканала позволяет решить проблему связи блока управления и датчиков на кранах: с троллейным токоподводом, со вращающимися тележками и т.д., т.е. во всех случаях, где использование жгутов нецелесообразно, затруднено или невозможно.

**Жидкокристаллические цветные TFT-дисплеи** (thin film transistor – жидкокристаллические дисплеи, в которых используется активная матрица, управляемая тонкопленочными транзисторами), широко используемые в последние годы в различных отраслях промышленности [4], нашли своё применение и в системах безопасности ООО «АЭМЗ». Преимуществами TFT-дисплеев являются: высокая яркость, контрастность, быстрое время обновления, возможность воспроизведения полноцветной графики, вплоть до потока видео, а также то, что малогабаритные TFT-дисплеи по цене вплотную приблизились к стандартным пассивным ЖКИ.

**Усовершенствованная система безопасности ОНК-160С** (рис. 7) с графическим цветным TFT-дисплеем, блоком управления электрогидравликой с джойстиком и возможностью подключения различных видов модемных устройств для приёма/передачи информации по радиосвязи, включая GSM/GPS/ГЛОНАСС [5], имеет следующие особенности:

- вычислительно-управляющее устройство выполнено в виде одноплатного компьютера;
- вычислительно-управляющее устройство приспособлено для программирования и отладки с помощью обычного переносного компьютера с использованием пользовательской среды программирования, что позволяет выполнять разработку и отладку программного обеспечения системы безопасности и управления без привлечения опытных программистов.

Рис. 6. Комплект ограничителя нагрузки ОНК-160М





Рис. 7. Модификация ограничителя нагрузки ОНК-160С-97, установленная в кабине автокрана производства ОАО «Газпром-Кран» (г. Камышин)

**Многофункциональный комплекс аппаратуры ОНК-SD-180**, созданный с использованием блоков и компонентов фирмы «Данфосс», обеспечивает как релейное, так и пропорциональное управление приводами рабочих движений крана и его оборудования с помощью джойстиков и пульта дистанционного управления путём формирования и выдачи в систему управления машины соответствующих посылок по шине CAN и/или релейных и пропорциональных (ШИМ) сигналов управления (ток нагрузки до 3 А) с учётом установленных постоянных и временных ограничений рабочих параметров крана.

**Такая аппаратура безопасности, интегрированная в систему управления, например, грузоподъёмного крана стрелового типа, оборудованного навесной люлькой для работы в качестве подъёмника** (рис. 8), включает в себя вычислительно-управляющее устройство 1, связанное с группами датчиков 2 и 3 посредством первого общего интерфейсного канала 4 [6]. Датчики 2, расположенные на корневой секции стрелы, служат для измерения длины и угла её наклона, а датчики 3, размещённые на поворотной платформе крана, – крана поворотной платформы и азимута. Датчики 5 с аналоговым сигналом, предназначенные для измерения давления в полостях гидроцилиндра подъёма стрелы, и

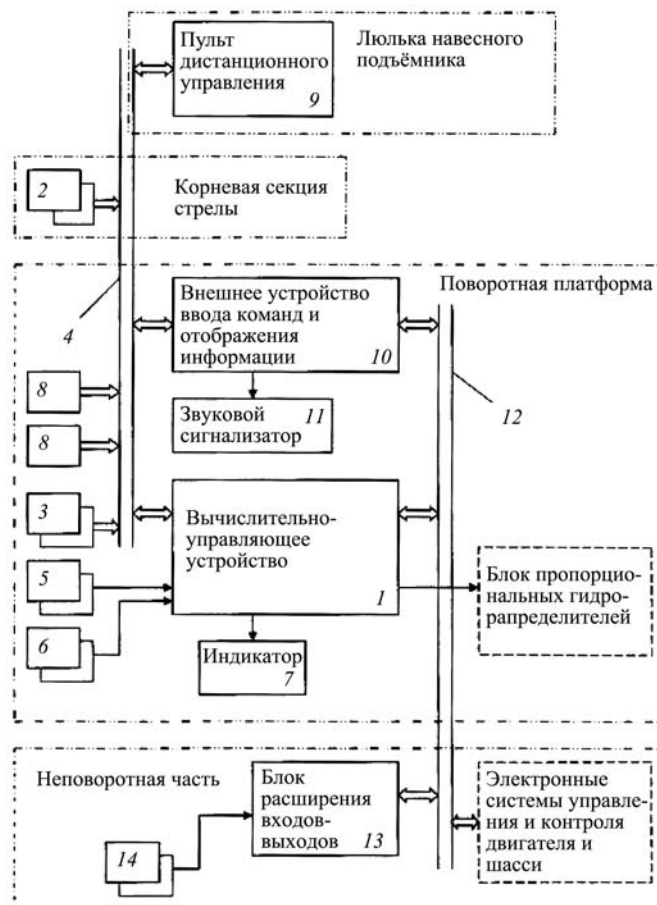


Рис. 8. Функциональная схема системы безопасности и управления грузоподъёмным краном стрелового типа, оборудованного навесной люлькой

датчики 6 с релейным выходным сигналом, служащие для контроля положения элементов конструкции крана, подключены к входам вычислительно-управляющего устройства 1 посредством отдельных линий связи, а выходы последнего – к электроуправляемым клапанам блока пропорциональных гидрораспределителей привода рабочих движений.

К выходам вычислительно-управляющего устройства 1 подключён также индикатор 7 для индикации его состояния и состояния системы в целом. К первому общему интерфейсному каналу 4 подсоединены джойстики 8 и дистанционный пульт 9 для управления рабочими движениями соответственно из кабины крана и навесной люльки, закреплённой на оголовке стрелы. Система также содержит подключённое к первому общему интерфейсному каналу 4 внешнее устройство 10 ввода команд и отображения информации, к выходу которого подсоединён звуковой сигнализатор 11. Вторым (дополнительным) общим интерфейсным каналом 12 связывается вычислительно-управляющее устройство 1 и внешнее устройство 10 ввода команд и отображения информации с блоком 13 расширения входов-выходов, к которому подключены датчики 14, расположенные на неповоротной части крана, а также с другими системами крана (электронной системой управления и контроля двигателя внутреннего сгорания, шасси и т.д.).

(Окончание следует)

# Системы защиты, приборы и устройства безопасности для грузоподъёмной техники

(Окончание. Начало см. в № 1, 2015 г.)

Вычислительно-управляющее устройство 1 (рис. 9) содержит первый микропроцессорный контроллер 15 и периферийные устройства 16, в состав которых входят: контроллеры 17 интерфейсной шины CAN, подключаемые через трансиверы 18 шины CAN к первому и дополнительному общим интерфейсным каналам 4 и 12 (см. рис. 8); аналого-цифровой преобразователь 19 (см. рис. 9) для конвертирования сигналов аналоговых датчиков 5 (см. рис. 8) в цифровую форму; формирователь 20 широтно-импульсно-модулированных и релейных сигналов (см. рис. 9), управляющих работой выходных электронных ключей 21; модуль 22 универсальных

входов-выходов, осуществляющий приём релейных сигналов датчиков 6 и управление индикатором 7 (см. рис. 8); контроллер 23 внутренней интерфейсной шины (см. рис. 9) для связи со вторым (дополнительным) микропроцессорным контроллером 24.

Последний содержит аналогичный контроллер 25 внутренней интерфейсной шины, модуль 26 универсальных входов-выходов для контроля состояния и управления электронными ключами 21 и контроллер 27 шины CAN, подключаемый через трансивер 28 к первому или дополнительному общему интерфейсному каналу 4 или 12 (см. рис. 8).

Внешнее устройство 10 ввода команд и отображения информации (рис. 10) содержит элементы управления 29 и графический дисплей 30, подключённые к контроллеру 31 этого дисплея.

**Л.С. КАМИНСКИЙ**,  
канд. техн. наук,  
**И.А. ПЯТНИЦКИЙ**,  
**И.Г. ФЁДОРОВ**,  
канд. техн. наук  
(ООО НПП «ЭГО»),  
**А.В. ЕРЗУТОВ**,  
**М.И. ЗАТРАВКИН**,  
**А.С. КАМИНСКИЙ**,  
**Л.Н. МУХИН**  
(ООО «АЭМЗ»)

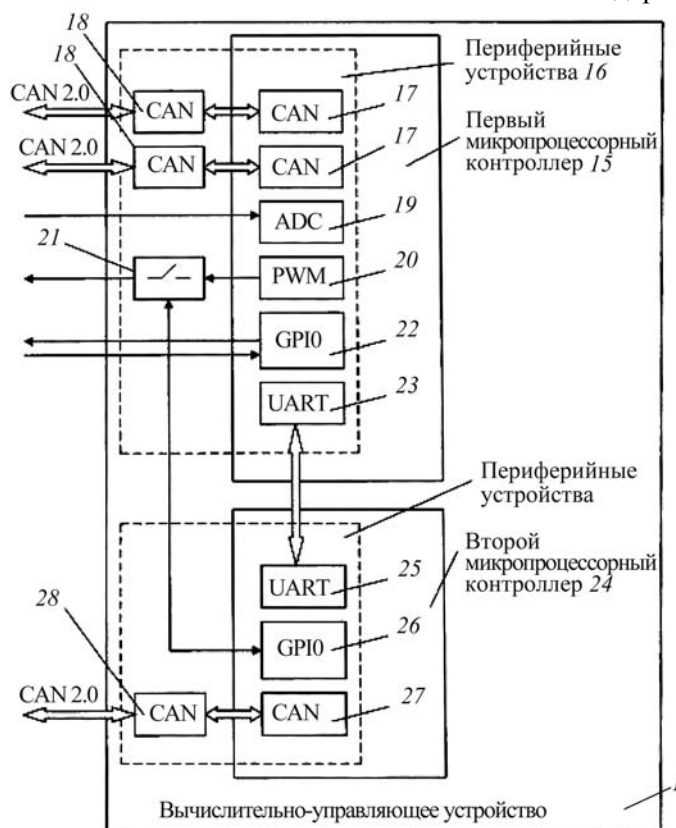


Рис. 9. Функциональная схема вычислительно-управляющего устройства

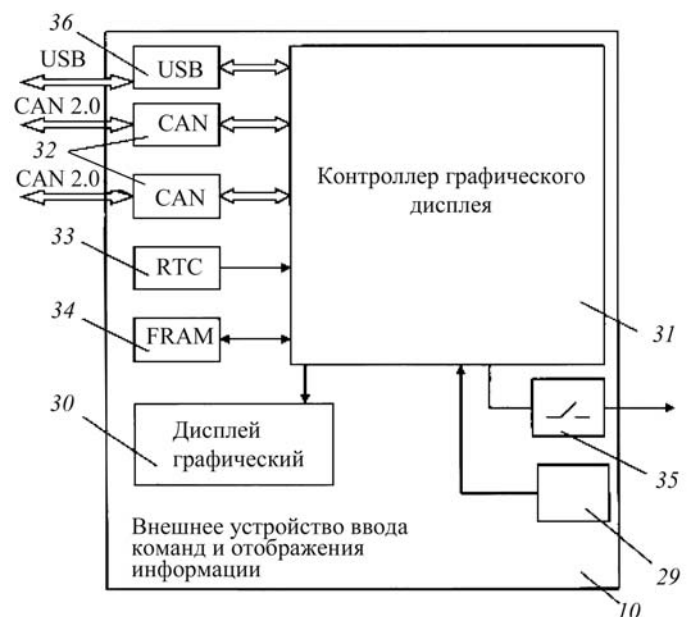


Рис. 10. Функциональная схема внешнего устройства ввода команд и отображения информации

Для подключения внешнего устройства 10 к первому общему интерфейсному каналу 4 (см. рис. 8) и дополнительного общего интерфейсного канала 12 к контроллеру 31 графического дисплея 30 имеются порты 32 интерфейсной шины CAN, содержащие контроллер и трансивер шины CAN.

К контроллеру 31 графического дисплея подключены также энергонезависимые часы 33 реального времени и перепрограммируемое энергонезависимое запоминающее устройство 34, обеспечивающие запись и хранение информации о регистрируемых рабочих параметрах крана.

Управление звуковым сигнализатором 11 (см. рис. 8) осуществляется контроллером 31 (см. рис. 10) графического дисплея 30 посредством подключённого к нему выходного ключа 35. Для связи с персональным компьютером и устройством для считывания информации из памяти регистратора параметров предусмотрен USB порт 36.

В качестве вычислительно-управляющего устройства 1 с индикатором 7 (см. рис. 8) использован блок SC050-020 компании «Данфосс», содержащий два микропроцессорных контроллера и все необходимые периферийные устройства, а также светодиодные индикаторы. В контроллерах установлена операционная система реального времени. Их программирование осуществляется в пользовательской графической среде программирования. Настройка (регулирование) аппаратуры комплекса для работы в составе системы защиты, управления и контроля грузоподъёмной машины (оборудования) происходит с помощью компьютера и (или) органов управления графического дисплея.

Внешнее устройство ввода команд и отображения информации выполнено в виде графических чёрно-белых или цветных дисплеев DP200 и DP250 фирмы «Данфосс», содержащих кнопки управления, приёмники дискретных и аналоговых сигналов и электронный ключ для управления звуковым сигналом. Эти дисплеи также имеют USB порт, часы реального времени и энергонезависимую память для регистрации параметров. При необходимости подключения видеокамер можно использовать дисплеи серий DP600 и DP700 с большим экраном.

#### Техническая характеристика 14-клавишного семидюймового дисплея серии DP700

Разрешение, пиксель	800×480
RAM, МБ	128
FRAM, кБ	8
Процессор:	
тип	с архитектурой ARM11
тактовая частота, МГц	532
Входные сигналы	DIN/AIN/FreqIn/Rho/4–20 мА
Яркость, кд/м <sup>2</sup>	400–550
Рабочая температура, °С	минус 30...+60
Степень защиты	IP 67
Напряжение питания, В	9–36
Мощность, Вт	14
Допустимые вибрации	3,17g
Ударопрочность	50g
Размер, мм:	
видимой области экрана	152,4×91,4
габаритный	235,2×163,5×52,5
Масса, г	1000

В качестве звукового сигнализатора 11 (см. рис. 8) применено соответствующее устройство SNP428. Элементы 8 управления выполнены в виде джойстиков с CAN интерфейсом, например, типа PROF-1 компании «Данфосс». В качестве блока 13 расширения входов–выходов применены блоки MC024 фирмы «Данфосс».

Пульт 9 дистанционного управления выполнен на базе модуля MC024 с подключёнными к нему джойстиками, например JS2000 [7], с аналоговыми выходными сигналами, пропорциональными значениям угла отклонения джойстика по двум направлениям.

В качестве датчиков 3 и 5 с цифровыми и аналоговыми сигналами используются датчики серийных приборов безопасности, устанавливаемых на грузоподъёмных кранах, например, ОНК-160С. В качестве датчиков 6 с релейными выходными сигналами использованы бесконтактные концевые выключатели серии ВБ2А производства ЗАО «МЕГА-К».

*Принцип действия системы безопасности и управления грузоподъёмным краном.* При включении питания с помощью программы осуществляется загрузка операционной системы и рабочих программ в оперативное запоминающее устройство микропроцессорных контроллеров вычислительно-управляющего устройства 1 и внешнего устройства 10 ввода команд и отображения информации. После завершения этого процесса запускается программа самодиагностики.

агностики системы безопасности и управления. В процессе загрузки и самодиагностики микропроцессорный контроллер 15 (см. рис. 9) не формирует команды разрешения движений грузоподъёмного крана (далее рис. 8–10 рассматриваем параллельно).

После завершения самодиагностики системы в случае отсутствия неисправностей запускается рабочая программа, определяющая алгоритм функционирования системы безопасности. Машинист с помощью соответствующих элементов 29 управления внешнего устройства 10 вводит команды и отображения информации выбирает конфигурацию и режимы работы кранового оборудования, а также режимы индикации.

В процессе выполнения рабочей программы микропроцессорный контроллер 15 через общий интерфейс канал 4 анализирует значения рабочих параметров грузоподъёмного оборудования, измеренных датчиками 2 и 3 (подключёнными к этому каналу), 5 (соединёнными со встроенным аналого-цифровым преобразователем 19) и 6 (подключёнными к модулю 22 универсальных входов–выходов). На основании принятых сигналов контроллер 15 вычисляет рабочие параметры крана и выполняет анализ его состояния, определяет разрешённые и опасные движения. В зависимости от результатов этого анализа и значений управляющих сигналов машиниста, полученных от элементов 8 управления или пульта 9 дистанционного управления по первому общему интерфейсу каналу 4, контроллер 15 формирует сигналы управления ключами 21. Разрешаются те движения крана, которые безопасны в данный момент.

Внешнее устройство 10 ввода и отображения информации выводит на экран графического дисплея 30 необходимую машинисту информацию, принятую от датчиков, подключённых к первому общему интерфейсу каналу 4 и дополнительному общему интерфейсу каналу 12 (через блок 13 расширения входов–выходов). Необходимая для индикации и регистрации информация о параметрах, не измеряемых датчиками и измеряемых датчиками 5 и 6, поступает от вычислительно-управляющего

устройства 1 по общим интерфейсным каналам 4 и 12.

Предварительная обработка и запись информации о регистрируемых параметрах проводится контроллером 31 графического дисплея 30 во внешнем устройстве 10 ввода команд и отображения информации. Эта информация может быть считана через USB порт 36 с помощью компьютера или специального устройства для считывания информации.

В процессе работы микропроцессорные контроллеры 15, 24 вычислительно-управляющего устройства 1 и контроллер 31 графического дисплея 30 внешнего устройства 10 ввода команд и отображения информации проводят постоянный контроль всех составных частей системы и общих интерфейсных каналов. При выявлении неисправностей (в зависимости от их характера) происходит переход системы на работу по программам для нештатных ситуаций, включение звуковой и световой сигнализации и вывод на экран графического дисплея 30 информации о характере неисправности. Причём диагностика возможна даже при отказе микропроцессорного контроллера 15 путём использования связи аналогового контроллера 24 с общим интерфейсным каналом 4 или 12. В этом случае контроллеры 24 и 31 могут частично взять функции управления и безопасности отказавшего контроллера 15. В случае критических отказов контроллер 24 блокирует работу выходных электронных ключей 21 вычислительно-управляющего устройства 1, останавливая рабочие движения грузоподъёмного крана.

В случае отказа внешнего устройства 10 ввода команд и отображения информации контроллер 15 вычислительно-управляющего устройства 1 переходит на одну из программ для работы в нештатной ситуации (в зависимости от характера отказа), а сигнализацию о характере отказа осуществляет индикатор 7.

Полная диагностика и настройка системы безопасности и управления проводятся с помощью персонального компьютера, подключаемого через USB порт 36 или через специальный адаптер к одному из общих интерфейсных каналов 4 или 12 (рис. 11). Управление движениями может осуществ-



Рис. 11. Настройка дисплея DP250 в кабине гусеничного крана RDK-50T (ОАО «Клинцовский автокрановый завод»)



Рис. 12. Дисплей DP600, пульт управления с дисплеем DP250, контроллер, джойстики и датчики

вляться с помощью отдельной системы управления, подключаемой к одному из общих интерфейсных каналов.

Система также может содержать блок дистанционного контроля, включающий в себя контроллер, связанный с приёмником глобальных спутниковых систем определения координат ГЛОНАСС/GPS и приёмопередатчиком GSM/GPRS и подключённый к общему внутрисистемному интерфейсному каналу посредством приёмопередатчика последовательного интерфейса.

Перевод системы безопасности грузоподъёмной техники, имеющей приборы с простыми типами индикаторов (ЖКИ, светодиодные и др.), на приборы (рис. 12), имеющие значительные маркетинговые преимущества с TFT-дисплеями [4], обеспечит большие возможности отображения всех видов информации (вида и конфигурации оборудования – тип двига-

теля, параметры опорного контура и стрелового оборудования и т. д. – режимов работы машин, агрегатов и др.).

Список литературы

1. Ограничители серии ОНК-160 для грузоподъёмных машин / В.А. Алексанкин, Ю.И. Гудков, И.Г. Фёдоров и др. // Механизация строительства. 2009. № 6. С. 24–25.
2. Снижение аварийности башенных кранов путём внедрения беспроводных систем их дистанционного контроля и мониторинга / М.И. Затравкин, Л.С. Каминский, А.В. Курбаков и др.: материалы V Уральского конгресса подъёмно-транспортного оборудования. Екатеринбург: ЗАО «Уральский экспертный центр», 2012. С. 181–184.
3. Пат. № 2445252 РФ. Ограничитель нагрузки грузоподъёмного крана / С.Е. Володин, Л.С. Каминский, С.Н. Неговлов, И.Г. Федоров. Бюл. № 8 от 20.03.2012.
4. Белов С. Как выбрать TFT-дисплей? // Компоненты и технологии. 2011. № 8. С. 12–14.
5. Пат. РФ на полезную модель № 98409. Система безопасности и управления грузоподъёмной машины / А.В. Ерзутов, М.И. Затравкин, Л.С. Каминский и др. Бюл. № 29 от 20.10.2010.
6. Пат. РФ на полезную модель № 130989. Система безопасности и управления грузоподъёмной машины / А.В. Ерзутов, М.И. Затравкин, Л.С. Каминский и др. Бюл. № 22 от 10.08.2013.
7. Пат. РФ на полезную модель № 130984. Пульт дистанционного управления подъёмной машины / А.В. Ерзутов, М.Г. Игошев, Л.С. Каминский и др. Бюл. № 22 от 10.08.2013.

L.S. Kaminskiy, I.A. Pyatnitskiy, I.G. Fedorov, A.V. Erzutov, M.I. Zatravkin, A.S. Kaminskiy, L.N. Mukhin

Lifting machines safety systems and devices produced by arzamas electromechanical plant

*There are described commercially available rated capacity indicators and limiters, crane data logging systems of ONK-160 series produced by Arzamas Electromechanical Plant (Nizhny Novgorod region, Russia). These safety devices are installed on various types of lifting machines: mobile cranes, crawler cranes, railway cranes, portal cranes, tower cranes, pipelayers, overhead travelling cranes, portal bridge cranes, manipulating cranes and lifting platforms. There are considered radio remote control systems for cranes and remote monitoring systems for fleet of hoisting machines. It is stated the availability of application of TFT liquid crystal graphical displays (LCD) for safety and control systems. It is described in details prospective safety system, based on graphical displays of DP250 and DP700 series delivering by Danfoss company.*