



Пути совершенствования приборов и развитие систем безопасности грузоподъемных машин

В.А. Сушинский

(НТЦ «Строймашавтоматизация»),

В.С. Котельников, Н.А. Шишков

(Ростехнадзор)

Для создания новых приборов безопасности необходимо знать перспективные пути их развития. Очевидно, что тенденции развития приборов безопасности тесно связаны с прогрессом в области электроники и подъемно-транспортного оборудования. Некоторые положения концепции развития приборов безопасности грузоподъемных машин (ГПМ), разработанной в НТЦ «Строймашавтоматизация» и изложенной ниже, были ранее доложены на семинаре «Особенности деятельности специализированных организаций, осуществляющих диагностирование объектов котлонадзора и подъемных сооружений, и требования, предъявляемые к ним» (г. Суздаль, 1999 г.), на конференции «Проблемы производства и безопасной эксплуатации подъемных сооружений в Украине и России» (г. Одесса, 2003 г.), а также на других конференциях и семинарах по ГПМ и приборам безопасности. Согласно этой концепции развитие приборов (электронные технические средства) и устройств (технические средства неэлектронного типа) безопасности осуществляется путем последовательного перехода от применения отдельных приборов и устройств безопасности к использованию систем безопасности (СБ) ГПМ, а затем – к формированию на основе СБ комплексных (интегрированных) систем, обеспечивающих функции управления, безопасности, контроля и мониторинга ГПМ в целом. Такое развитие приборов и систем безопасности может быть представлено в виде схемы, приведенной на рис. 1. При этом принимается, что:

- система безопасности грузоподъемной машины – это комплекс установленных на ней приборов и устройств безопасности, обеспечивающих отключение механизмов грузоподъемной машины в аварийных ситуациях и предупреждающих обслуживающий персонал о возможности возникновения аварийных ситуаций, а также регистрирующих параметры работы грузоподъемной машины;
- система комплексная грузоподъемной машины – это комплекс подсистем, обеспечивающих управление, безопасность, контроль и мониторинг грузоподъемной машины в целом.

На первом этапе своего развития (до конца 1980-х гг.) ГПМ оснащались отдельными, не взаимосвязанными приборами и устройствами безопасности, каждый из которых выполнял одну из функций безопасности, таких, как ограничение грузоподъемности и перемещение конструкций грузоподъемной машины (защита от опасного приближения к линии электропередачи, ограничение высоты подъема груза и наклона стрелы и др.),

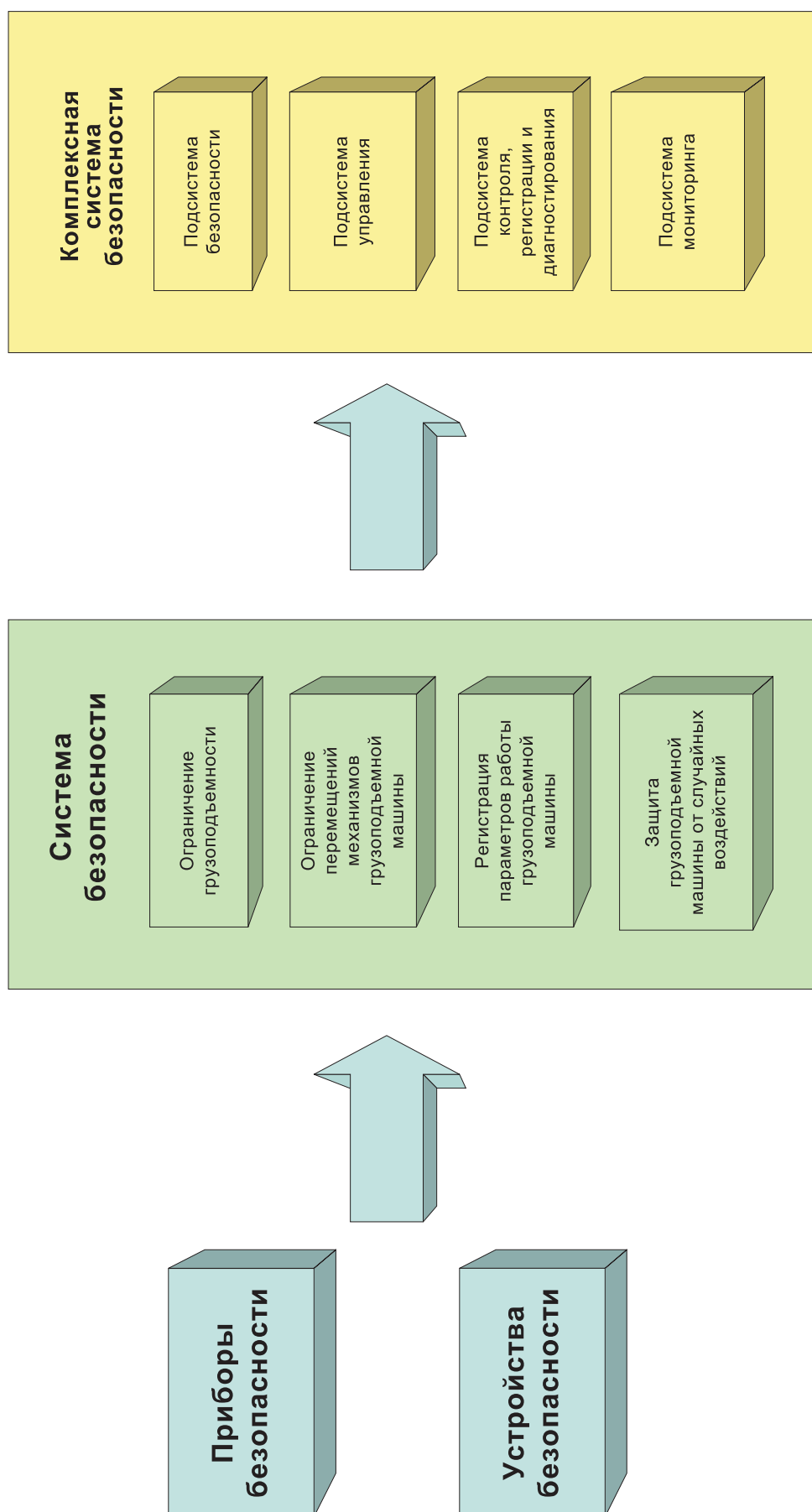


Рис.1. Схема развития приборов, устройств и систем безопасности грузоподъемной машины



защита грузоподъемной машины от воздействий случайного характера (обрыв фаз питающей сети, чрезмерная скорость ветра, предельные наклоны поворотной платформы и др.). Приборы и устройства безопасности грузоподъемной машины обеспечивают отключение механизмов (управляющее воздействие), световую и звуковую сигнализацию (информационное воздействие). Конструкция и схемотехнические решения таких однофункциональных приборов и устройств безопасности основывались, чаще всего, на принципе жесткой логики (ПЖЛ), predetermined конкретным их исполнением. К ним относятся ограничители грузоподъемности типа ОГБ и ОНКМ, сигнализаторы типа УАС, анемометры М-95М-Ц, пузырьковые и шариковые указатели крена, контактные концевые выключатели. На этом уровне развития находятся приборы и устройства безопасности многих эксплуатируемых грузоподъемных кранов, а также выпускаемых в настоящее время и эксплуатируемых подъемников (вышек) и кранов-манипуляторов.

С появлением программируемых (микропроцессорных) технических средств стало возможным создание приборов безопасности, выполняющих несколько функций, т.е. многофункциональных приборов и систем безопасности на их основе. Системы безопасности ГПМ, осваиваемые с начала 1990-х гг., состоят из подсистем, обеспечивающих выполнение функций ограничения грузоподъемности и рабочих движений машины с целью предотвратить опасные положения ее конструкций (координатная защита, защита от опасного приближения к линии электропередачи), защитить грузоподъемную машину от случайных воздействий и в дальнейшем регистрировать параметры работы машины (табл. 1, рис. 2). Такие приборы могут при изменении их программного обеспечения и комплектовании необходимыми датчиками, но без переработки конструкции, адаптироваться к различным ГПМ. Кроме того, в СБ достигается достаточно развитое информационное обеспечение и самодиагностирование неисправностей. В развитых СБ осуществляется автоматический контроль некоторых параметров работы механизмов грузоподъемной машины (температура и давление рабочей жидкости в гидросистеме, напряжение в бортовой сети) и др. В СБ, наряду с программируемыми приборами – бортовыми микропроцессорными контроллерами (БМК), могут также применяться непрограммируемые приборы, основанные на ПЖЛ.

В приборах безопасности первого уровня* (см. табл. 1), освоенных в России на грузоподъемных кранах в первой половине 1990-х гг., не были предусмотрены регистрация и контроль параметров работы механизмов грузоподъемной машины. В такие СБ входили микропроцессорные приборы типа ОНК МП-110, ОНК МП-120, АСУ ОГП-31, АС АОГ-01, а также приборы и устройства безопасности, основанные на ПЖЛ.

* В целях единой терминологии в настоящей статье эти приборы условно называются системой безопасности первого уровня.

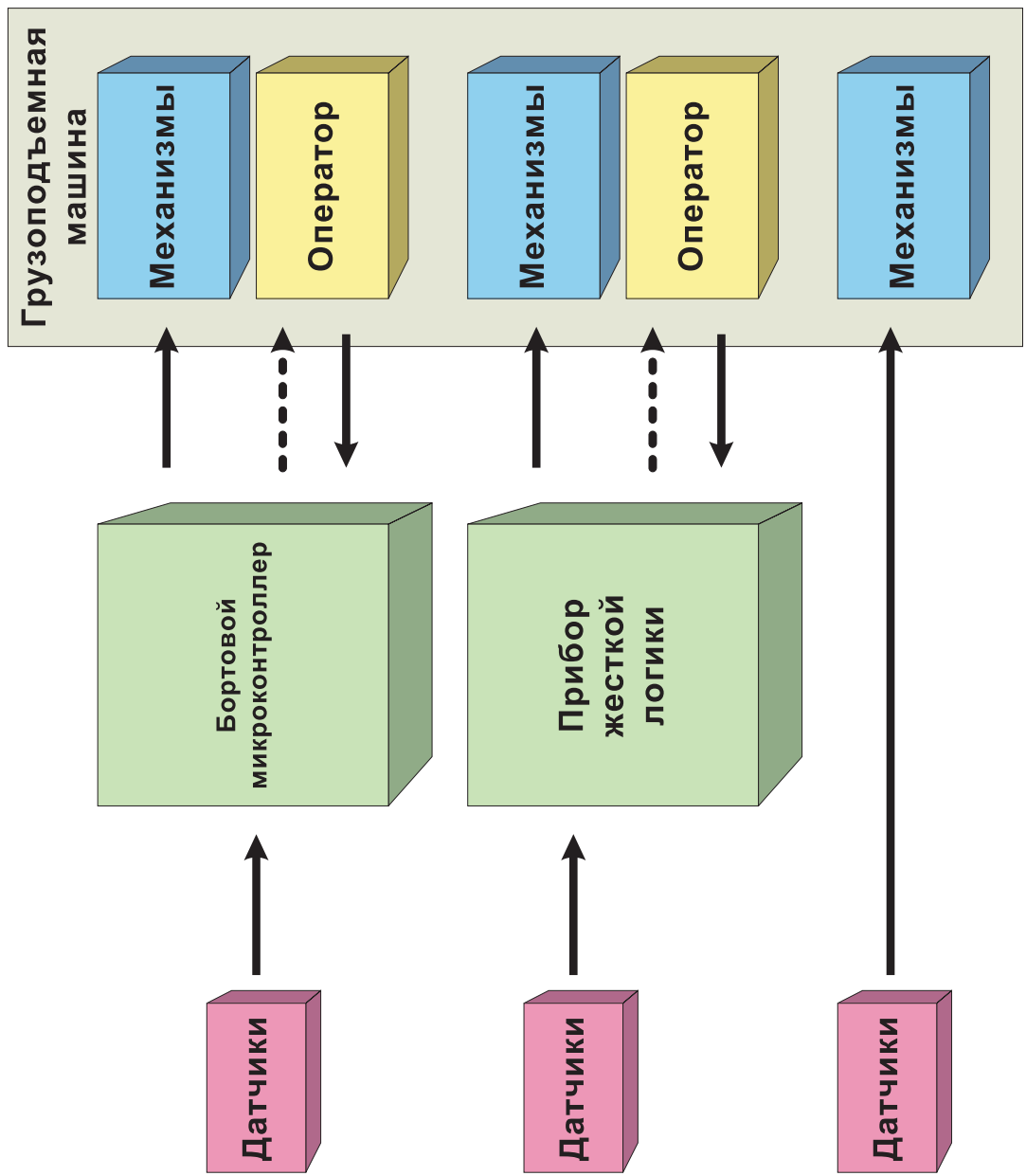


Рис. 2. Структурная схема системы безопасности грузоподъемной машины:
→ воздействие по цепям управления ГПМ; -----> передача информации

Таблица 1

Система безопасности грузоподъемной машины						
Уровни	Функции (подсистемы)					
	ограничения грузоподъемности	ограничения перемещений конструкций	регистрации параметров работы	защиты от случайных воздействий	контроля	управления
1	+	+ –	–	+ –	–	–
2	+	+	+	+	+ –	–
3	+	+	+	+	+	+

Системы безопасности более высокого, второго уровня обеспечивают все функции (включая регистрацию параметров), предусмотренные действующими Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов (ПБ 10-382–00). В составе таких СБ, наряду с программируемыми, используют приборы, основанные на ПЖЛ, а также различные устройства безопасности (указатели крена, концевые выключатели и др.). СБ второго уровня с бортовыми микропроцессорными контроллерами на основе многофункциональных приборов типа ОНК-140, ПРИЗ-1, ОГМ240, ПЗК-10 применяют на стреловых кранах, СБ с многофункциональными приборами типа ОНК-160М, МОСТ-1, ОГМК 1-1, ОГШ-2, ОГП-10 – на кранах мостового типа, с приборами ОГПК 1-1, ПЗК-10 – на порталных, ОНК-160Б – на башенных кранах, а с приборами безопасности АЗК-110 и ПБТ-1 – на кранах-трубоукладчиках. В СБ второго уровня обеспечивается также возможность контроля некоторых параметров работы грузоподъемной машины.

В СБ третьего уровня предусмотрено выполнение всех функций безопасности, предусмотренных действующими ПБ 10-382–00, а также функций, указанных в соответствующих правилах для ГПМ других типов, на основе одного или нескольких бортовых микропроцессорных контроллеров с необходимым набором цифровых датчиков и мультиплексными каналами связи. Такие СБ формируются, либо могут быть сформированы на основе приборов безопасности нового поколения типа ОНК-160 (ОНК-160С, ОНК-160Б, ОНК-160М). Для СБ третьего уровня характерно, что помимо функций безопасности и контроля некоторых параметров работы грузоподъемной машины, характерных для СБ второго уровня, они могут выполнять отдельные операции управления ее механизмами. Так, в ОНК-160С предусмотрена возможность снижать скорость механизма поворота платформы при срабатывании координатной защиты для уменьшения динамических нагрузок при торможении.

В ближайшей перспективе ГПМ будут оснащаться главным образом системами безопасности второго и третьего уровней как при изготовлении, так и при модернизации.

Применение в СБ второго и третьего уровней регистраторов параметров открывает широкие возможности выполнения функций контроля некоторых параметров работы и диагностирования неисправностей ГПМ, а также использования получаемой при этом информации в практике не-

разрушающего контроля и для оценки состояния грузоподъемной машины в процессе ее эксплуатации. Эти свойства СБ могут быть использованы при проведении экспертизы промышленной безопасности ГПМ, но предварительно требуется разработать новые методические и нормативные положения, касающиеся проведения такой экспертизы.

Наличие в СБ бортовых компьютерных средств (микропроцессорные контроллеры) открывает широкие возможности формировать на их основе более совершенные системы, в том числе с функциями управления грузоподъемной машины, контроля и регистрации ее рабочих параметров, с дистанционной передачей информации (мониторинг) и диагностированием неисправностей. Как сказано выше, некоторые из этих функций реализованы в СБ 2-го и 3-го уровней. Очевидно, что следующий этап развития СБ 3-го уровня – формирование бортовых комплексных многофункциональных систем грузоподъемных машин (далее – комплексные системы ГПМ – КСМ), выполняющих функции управления, безопасности, контроля и мониторинга (табл. 2, рис. 3), куда СБ будет входить в качестве одной из подсистем (ПСБ). КСМ (см. рис. 3) объединяет подсистемы: управления (ПСУ), безопасности (ПСБ), контроля, диагностирования и регистрации (ПСК) и мониторинга (ПСМ).

Таблица 2

Уровни	Подсистемы			
	ПСУ	ПСБ	ПСК	ПСМ
1	+	+	+ –	+ –
2	+	+	+	+ –
3	+	+	+	+

ПСУ выполняет функции управления приводами и системами грузоподъемной машины. Оператор (либо ПСБ) воздействует на гидравлические или электрические приводы и системы грузоподъемной машины с помощью аппаратуры управления, сигналы от которой подаются через БМК, формирующий оптимальные режимы пуска и торможения механизмов, в том числе при срабатывании ПСБ.

ПСБ выполняет функции СБ, изложенные выше.

ПСК предназначена для контроля, регистрации параметров работы ГПМ и диагностирования неисправностей. На дисплее и индикаторах ПСК отражаются параметры, характеризующие состояние различных систем (подсистем), приводов, механизмов и металлоконструкций машины. Оператор грузоподъемной машины общается с ПСК в диалоговом режиме. С помощью ПСК можно обеспечивать определенную часть неразрушающего контроля, но, в отличие от дискретного характера контроля (и оценки состояния) конструкций, узлов, механизмов, а также грузоподъемной машины в целом, осуществляемого традиционными методами, ПСК может выполнять контроль непрерывно. Это потребует разработки новой методологии и корректировки существующих нормативных документов для

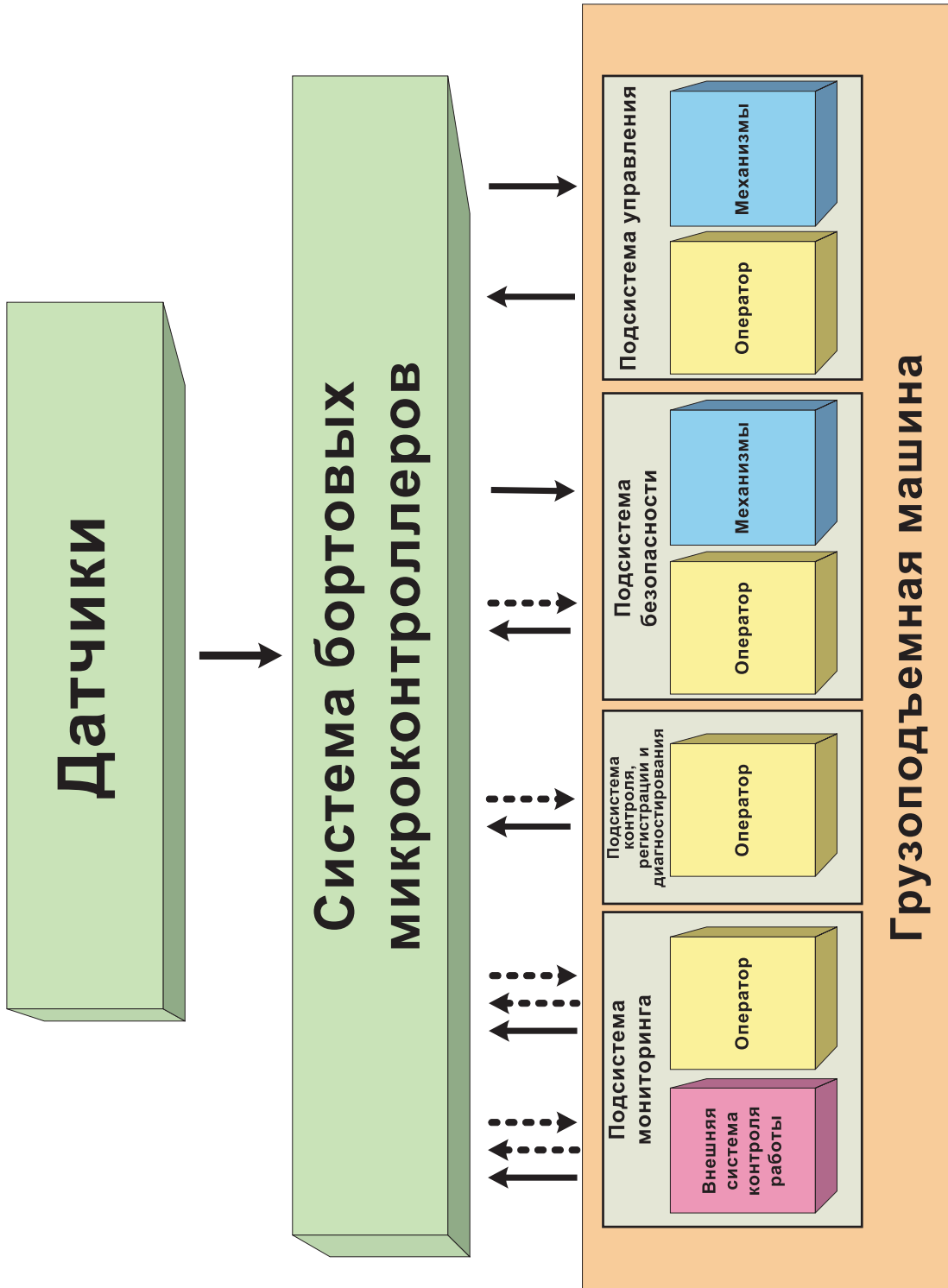


Рис. 3. Структурная схема комплексной системы грузоподъемной машины:
 —————> воздействие по цепям управления машины; - - - - -> передача информации

проведения экспертизы промышленной безопасности при обследовании ГПМ. Использование ПСК создает предпосылки для перехода от применяемых в настоящее время жестких схем планово-предупредительного ремонта с определенными заранее интервалами проведения регламентных работ к гибким схемам по фактическому износу грузоподъемной машины.

Подсистема мониторинга (ПСМ) обеспечивает связь грузоподъемной машины с внешними структурами, контролирующими и координирующими ее использование, а также с другими ГПМ.

Можно прогнозировать развитие КСМ. На первом уровне она формируется из ПСУ и ПСБ, причем ПСУ охватывает лишь отдельные приводы, а функции регистрации и контроля параметров работы машины выполняет в основном ПСБ. КСМ второго уровня уже может полноценно выполнять функции ПСУ, охватывающие все основные приводы грузоподъемной машины, а ПСК контролирует и регистрирует основные параметры работы грузоподъемной машины и диагностирует ее неисправности, в то время как ПСМ осуществляет одностороннюю связь грузоподъемной машины с выводом информации непосредственно из ПСК, минуя оператора. В КСМ третьего уровня ПСУ, ПСБ и ПСК выполняют свои функции в полном объеме, а ПСМ обеспечивают двустороннюю активную связь с возможностью внешнего воздействия на ПСУ.

Внутри каждого из уровней КСМ может быть определенный диапазон отличительных признаков, зависящих от конструктивных особенностей грузоподъемной машины и функциональных возможностей применяемых технических средств. Очевидно, что в основу КСМ должны быть положены многоуровневые микропроцессорные системы с цифровыми датчиками и мультиплексными каналами связи между БМК и датчиками, а также другими периферийными устройствами. Фактически речь идет о новом типе схемотехнического и конструктивного объединения в составе грузоподъемной машины систем управления приводами безопасности, контроля, диагностирования неисправностей, регистрации и мониторинга.

КСМ предназначены к использованию на ГПМ нового поколения, оснащенных регулируемые электрогидравлическими и электрическими приводами для выполнения основных операций машин и разветвленной системой датчиков, устанавливаемых при изготовлении грузоподъемной машины. В настоящее время функции ПСБ, ПСК и ПСУ частично реализованы на стреловых кранах типа СТ.2 и СТ.3 (ОАО «СОКОЛ», Россия) и башенных кранах фирмы «Либхер» (система «Литроник») (Германия), а на мобильных порталных кранах компании «Готвальд» (Германия) реализованы, кроме того, некоторые функции ПСМ.

По мере освоения ГПМ нового поколения они будут оснащаться КСМ различных уровней, поэтому уже в настоящее время целесообразна разработка таких систем с «привязкой» к машинам нового типа. КСМ позволит существенно повысить эффективность работы грузоподъемных машин.