

**Р.А. Файзрахманов, А.Б. Федоров**

Пермский государственный технический университет

## **РАЗРАБОТКА АППАРАТНОЙ ЧАСТИ ТРЕНАЖЕРА ОПЕРАТОРА ПОРТАЛЬНОГО КРАНА**

*Рассматривается решение задачи по разработке универсальной аппаратной части тренажера оператора портального крана. В качестве элементов управления тренажера были выбраны реальные промышленные джойстики портального крана «GANZ». Приводится описание разработанных контроллеров.*

В рамках промышленных работ нередко встречаются задачи, которые предъявляют повышенные требования к оператору, например, по поддержанию необходимой производительности труда и точности выполнения работ. При этом оператор должен обладать высоким уровнем квалификации, чтобы избежать повреждения оборудования и, в худшем случае, возникновения аварии, которая может привести к тяжелым последствиям [1].

Актуальность разработки тренажера оператора портального крана обусловлена необходимостью увеличения количества персонала, обладающего требуемыми навыками работы и высоким уровнем квалификации, а также снижением сроков подготовки. Наиболее успешным средством для этого являются тренажеры, которые позволяют с относительно небольшими затратами симитировать окружающую среду с высокой степенью достоверности, что позволяет подготовить оператора к работе в реальных условиях без риска нанести ущерб оборудованию, грузам или находящемуся поблизости персоналу. Таким образом, обучение операторов портальных кранов с использованием тренажера позволит существенно уменьшить экономические затраты в долгосрочной перспективе.

**Постановка задачи.** Первоначально разрабатываемые контроллеры планировалось использовать в промышленных джойстиках портального крана «GANZ» (Венгрия) 1980 г. выпуска. Тем не менее, контроллеры можно использовать и с другими видами промышленных

джойстиков, имеющих дискретные положения рычагов управления [2]. Использование реальных промышленных джойстиков либо их точных копий позволяет оператору в ходе обучения на тренажере почувствовать величину физических усилий на рычаги и другие органы управления.

**Структура тренажера.** Тренажер представляет собой платформу, оснащенную действующими промышленными джойстиками, объединенными в сеть, а также систему визуализации процесса с помощью проектора. В дальнейшем планируется установка тренажера на динамическую платформу.

На рис. 1 представлена общая структура тренажера оператора портального крана с использованием промышленных джойстиков портального крана «GANZ».

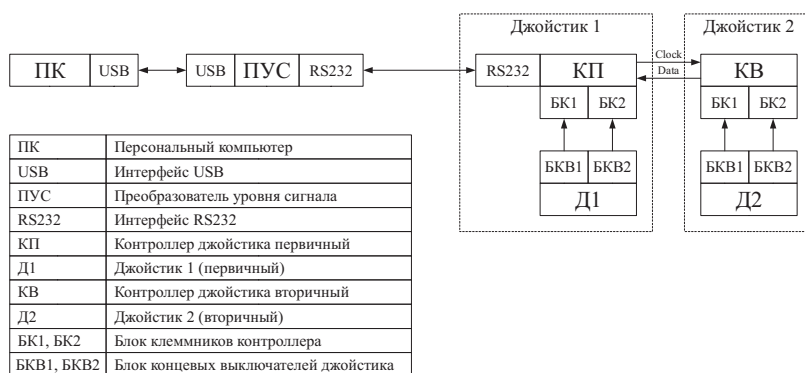


Рис. 1. Общая структура тренажера оператора портального крана

Для управления портальным краном «GANZ» используются два джойстика, условно названные на рис. 1 как джойстик 1 и джойстик 2, что вызвало необходимость использовать два контроллера – первичный и вторичный, расположенные в соответствующем корпусе джойстика. Первичный контроллер включает в себя микроконтроллер для определения текущего состояния элементов управления джойстика 1, управляющий микроконтроллер и преобразователь уровней TTL–RS232. Вторичный контроллер содержит только микроконтроллер для определения текущего состояния элементов управления джойстика 2. Элементы управления джойстика 1 показаны на рис. 2, а джойстика 2 – на рис. 3.

Джойстик 1 оборудован двумя рычагами, которые могут двигаться вдоль оси джойстика и имеют по семь фиксированных положений. Каждый рычаг соединен с осью, где установлены коленчатые толкатели, взаимное расположение которых относительно концевых контактов задает одно из семи кодовых состояний.

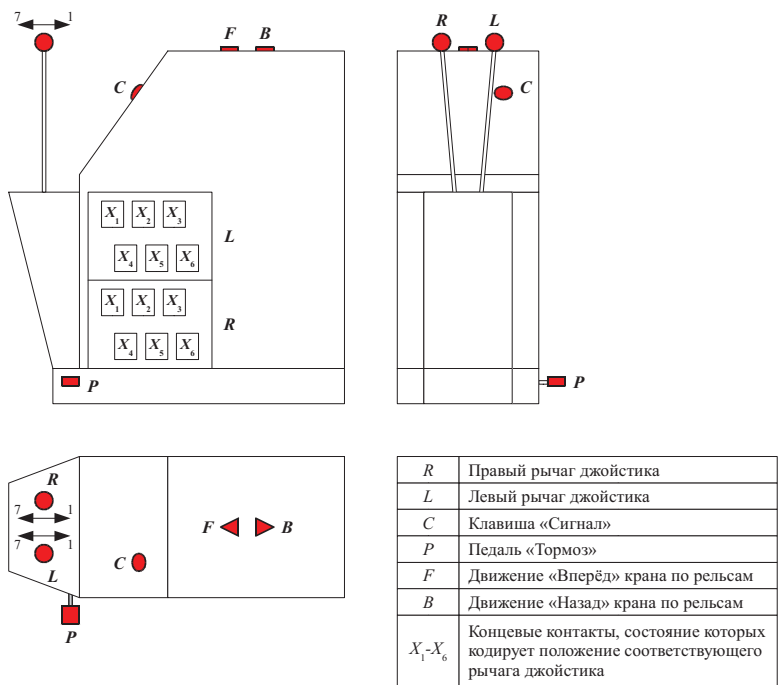


Рис. 2. Расположение элементов управления джойстика 1 портального крана «GANZ»

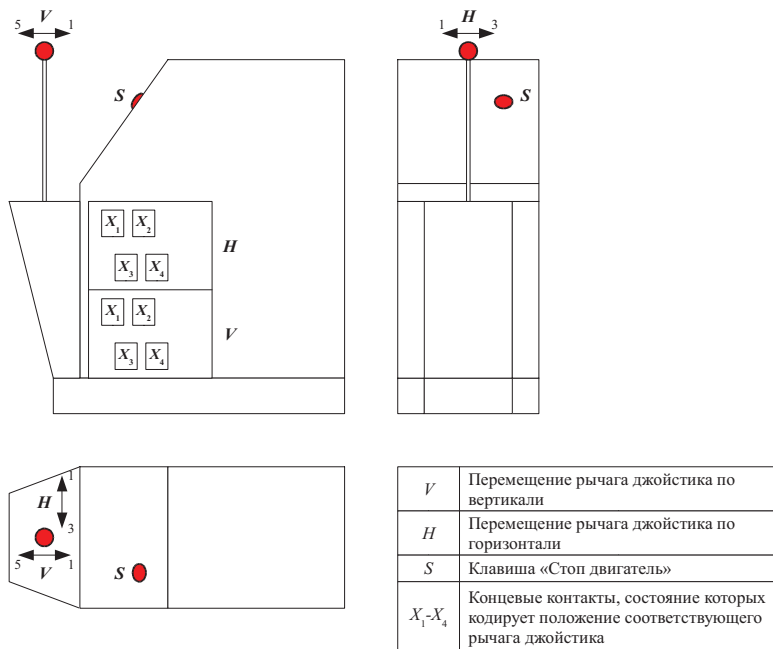


Рис. 3. Расположение элементов управления джойстика 2 портального крана «GANZ»

Джойстик 2 оборудован одним рычагом, который имеет 5 дискретных положений по вертикали и 3 – по горизонтали. Рычаг джойстика подключен к блокам концевых контактов, сигналы с которых кодируют текущее положение рычага.

Связь между первичным и вторичным контроллером осуществляется по двухпроводной линии: первичный контроллер выдает управляющие сигналы синхронизации, а вторичный контроллер последовательно передает данные по ниспадающему фронту синхросигнала.

Управляющий микроконтроллер первичного контроллера передает данные о состоянии элементов управления джойстика 1 и джойстика 2 на персональный компьютер по последовательному интерфейсу RS232C, используя преобразователь уровней. При этом, если необходимо, может быть использован преобразователь USB–RS232C.

Режимы работы управляющего микроконтроллера задаются с помощью управляющих слов, передаваемых с персонального компьютера контроллеру, и могут быть следующими:

- передача непрерывного потока данных о состоянии элементов управления джойстиков;
- передача данных о состоянии элементов управления джойстиков только при изменении состояния одного из элементов управления;
- передача состояния элементов управления джойстиков по запросу программной части тренажера.

При использовании реального образца промышленного джойстика определение текущего положения рычага может сводиться к тому, чтобы сравнивать сигналы с блока концевых контактов с заданной в микроконтроллере таблицей истинности. Но по причине того, что концевые контакты, как и любые негерметичные механические контакты, не могут обеспечить 100 % надежности срабатывания, в контроллере принимаются дополнительные меры по обеспечению правильного распознавания состояния каждого из рычагов джойстиков. К таким мерам можно отнести аппаратные (нанесение на проводящие элементы концевых контактов тонкого слоя токопроводящего клея; подключение блока герметичных контактов) и программные (сохранение и выдача предыдущего состояния рычага джойстика в течение некоторого интервала времени, если текущее состояние не удастся определить, например, при медленном изменении положения рычага; выделение из запрещенных состояний таблицы истинности некоторого числа условных состояний и добавление их к рабочим состояниям).

Внешний вид первичного контроллера приведен на рис. 4.

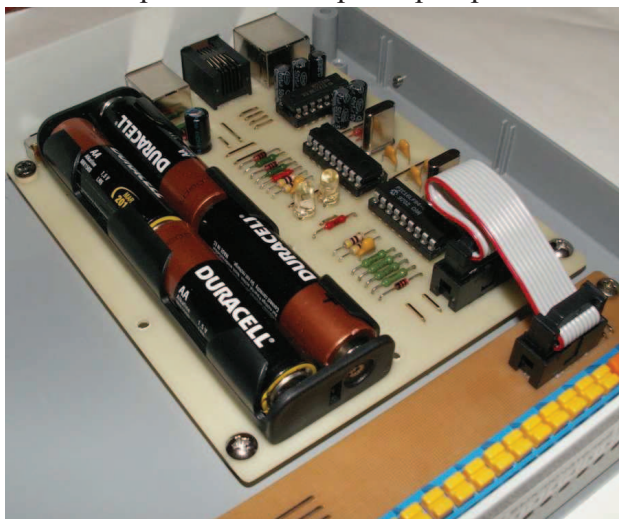


Рис. 4. Внешний вид первичного контроллера

Контроллеры, как первичный, так и вторичный, состоят из двух печатных плат – непосредственно печатной платы контроллера и печатной платы с блоком клеммников. Первичный контроллер может получать электрическое питание как от разъема USB, расположенного на задней панели, так и от встроенных аккумуляторов. Максимальный потребляемый ток при напряжении 5 В составляет не более 20 мА.

**Заключение.** Универсальность тренажера заключается в обеспечении подготовки различного рода операторов в зависимости от типа используемых промышленных джойстиков и модели крана в программной среде.

Благодаря внедрению тренажера оператора портального крана значительно повышается безопасность обучения, снижаются аварийность и сроки подготовки операторов.

#### Библиографический список

1. М.С. Тер-Мхитаров. Оператор перегрузочных машин. – Пермь: Перм. книжное изд-во, 1982.
2. Инструкция по эксплуатации портальных кранов «Альбатрос» грузоподъемностью 10/20 т постройки 1972–1974 гг. – М.: ЦРИА «Морфлот», 1979. – 124 с.

Получено 04.10.2010