



Общество с ограниченной ответственностью
«Конструкторское Бюро «Автоматизации и
Механизации»
(ООО «КБ-625»)

Российская Федерация, 620036, г. Екатеринбург, п. Мичуринский, ул.
Карасьевская, д. 37, кв. 3

ИНН/КПП: 6658521691/665801001, ОГРН: 1186658089980

р/с: 40702810610000469561 в АО «Тинькофф Банк», г. Москва, БИК:
044525974

e-mail: kb625@mail.ru, тел.: 8-929-22-19-509, тел.: 8-982-702-17-87

Исх. 2019-2-19/1
от 19.02.2019

АО "Лимако"
300028, г. Тула
in@limaco.ru

*Опыт применения радарных
уровнемеров «УЛМ-31А1»
компании Лимако для построения
системы противостолкновения
стакеров-реклаймеров со
штабелем угля.*

*"АО «Ростерминалуголь».
Морской торговый порт «Усть-
Луга». Ленинградская область,
Кингисеппский район"*

ООО «КБ-625» благодарит весь коллектив компании Лимако за
предоставление радарных датчиков «УЛМ-31А1», полностью
соответствующих своим заявленным техническим характеристикам, и
особенно за высоко квалифицированную и оперативную техническую
поддержку в период производства наладочных работ на объекте.

В 2017 году сотрудники ООО «КБ-625» в рамках проектирования и
внедрения системы противостолкновения стакера-реклаймера СР2, стакера

СЗ и реклаймера Р4 между собой и со штабелем угля использовали радарные датчики «УЛМ-31А1» компании Лимако.

Общие сведения о системе

Противостолкновение со штабелем угля (далее – СПШ) является автономной независимой системой для каждой из машин (стакеры и реклаймеры), в отличие от системы противостолкновения машин между собой.

В основе принципа построения СПШ лежит непрерывный автоматический контроль сигналов от датчиков:

- 1) радарных датчиков «УЛМ-31А1» компании Лимако (радар), непрерывно измеряющих текущее расстояние (дальность) от места установки датчика до объекта контроля (штабель угля, иные объекты и конструкции). Радары установлены на: конце стрелы правой и с левой сторон по 1 шт., а также на площадке (сторона противовеса стрелы машины) по бокам по 2...6 штук в зависимости от конструктива машины, перекрывая расчётные зоны контроля;
- 2) микроволновых парных датчиков «Vegamip» компании VEGA (барьер), контролирующих появление штабеля угля между парой датчиков VegamipT61 и VegamipT61, представляющих собой единый контролирующий узел (излучатель и приёмник. Данные датчики устанавливались вдоль стрел машин с правой и левой сторон на расстоянии 2 м в бок и 1 м вниз от стрелы. Основная задача данных датчиков – контроль боковых противостолкновений стелы со

штабелем угля. По сути, данные датчики являются бесконтактными «аналогами» тросовых выключателей, входящих в базовую комплектацию машин;

- 3) датчиков заштыбовки «ДЗ-6010» компании Теко (наклонный выключатель), предназначенных для дополнительной «контактной» защиты от столкновения с углём непосредственно датчиков «Vegamip» компании VEGA.

На основании полученных сигналов от описанных выше датчиков, а также энкодеров угла поворота и угла наклона стрелы машины, математическая модель СПШ, реализованная в алгоритмах контроллера SimaticS7 управления машиной, формирует предупредительные и управляющие сигналы запрета соответствующих манипуляций машины (подъём и опускание стрелы, повороты вправо и влево, движение вперёд и назад). Тем самым реализуется автоматическая защита (остановка движения машины в опасном направлении) от столкновения машины со штабелем угля.

Безусловно, основными средствами контроля разработанной системы СПШ являются радарные датчики «УЛМ-31А1».

По итогу наладки и года эксплуатации были разработаны проектные решения, направленные на повышение функциональности, надёжности и удобства обслуживания системы в целом. В части применения радарных датчиков «УЛМ-31А1» к ним относятся:

- 1) установка дополнительных двух радарных датчиков «УЛМ-31А1» на конце стрелы. Итого, на конце стрелы будет установлено 4 радара –

зеркально по 2 с каждой стороны. 1-й радар – для контроля «бокового» противостолкновения с углом машины и датчика «Vegamir», 2-й радар – для контроля «нижнего» противостолкновения с углом машины и датчика «Vegamir». А также необходимо изменить место установки и углы наклона датчиков на стреле. Это позволит:

- a. демонтировать наклонные выключатели «ДЗ-6010» на конце стрелы, что приведет к увеличению рабочей зоны под стрелой на 0,5 м;
 - b. повысить надёжность работы системы в целом;
 - c. автоматически менять диапазоны контроля допустимых расстояний до угла в зависимости от текущего режима работы машины (режимы: стакер / реклаймер);
 - d. реализовать автоматическую систему «пактроника» для оператора, формирующую как визуальную и звуковую сигнализацию, так и формирующую ступенчатое ограничение максимально допустимой скорости соответствующей манипуляции машины, вплоть до полной её остановки (аналогично работе системы противостолкновения машины между собой);
 - e. исключить влияние поперечных смещений кабины машины в процессе работы;
- 2) установить минимум 3 радарных датчиков «УЛМ-31А1» на площадке машины (противовес) для надёжного перекрытия всех

расчётных зон контроля. Это связано с тем, что в сезонные периоды работы склада наблюдается «переполнение» склада, значительно превышающие максимальную проектную вместимость склада, и требуется выделение дополнительных зон контроля для уменьшения допустимого расстояния от корпуса машины до штабеля угля, позволяя машине маневрировать в ограниченном пространстве.

Особенности применения радарных датчиков «УЛМ-31А1»

Основными критериями, предъявляемыми к радарным датчикам «УЛМ-31А1» со стороны математической модели СПШ, являются: быстродействие системы измерения дальности, диапазон измерения дальности, возможность настройки показаний датчика в разных режимах работы, надёжная работа в морских условиях в широком температурном диапазоне от -20 до + 30 °С, возможность оперативного взаимодействия с технической поддержкой компании Лимако в производства наладочных работ.

Дополнительно надо отметить возможность работы с датчиками «УЛМ-31А1» по Bluetooth, что оказалось удобным для оперативной наладки системы.

Быстродействие радара

Максимальные скорости манипуляций машины (реклаймер Р4):

- перемещение по рельсам: до 25 м/мин;
- поворот стрелы: до 35 градусов/мин.

Цикл выполнения алгоритмов контроллера Simatic S7 управления машиной – порядка 10 мс.

Для надёжной работы системы СПШ необходимо обновление данных измеренной дальности радарным датчиком «УЛМ-31А1» не реже 1 раза в 1 секунду. Для получения данного результата были применены следующие технические мероприятия:

- на основе полученных опытных данных в процессе наладки оборудования на объекте, компания Лимако разработала и предоставила требуемую прошивку для каждого датчика «УЛМ-31А1» в отдельности, в зависимости от условий их установки;
- сигналы с датчиков «УЛМ-31А1» принимались в контроллер Simatic S7 в виде токовых нормированных сигналов 4...20 мА, что позволило сократить время приёма и обработки как отдельных, так всех сигналов радаров в целом. В итоге время задержки (период) приёма и обработки сигналов в контроллер составляет порядка 100 мс. Так в сравнении с альтернативным возможным вариантом приёма сигналов с «УЛМ-31А1» по протоколу ModbusRTU, время задержки (период) на приём и обработку сигналов является не постоянной и составляет от 500 мс до нескольких секунд в зависимости от: количества датчиков в одной сети, скорости сети и наличия ошибок связи в сети.

В итоге полученное быстродействие радаров и период их опроса контроллером позволили не только надёжно работать математической

модели СПШ, но и применить в алгоритмах СПШ контроллера таймеры задержки формирования сигналов блокировок.

Диапазон измерения

Для работы системы СПШ требовался следующий проектный диапазон измерения дальности от радарных датчиков «УЛМ-31А1»: от 1 до 20 метров, что в полной мере обеспечилось данным датчиком.

Возможность настройки показаний датчика в разных режимах работы

Важным условием в алгоритмах математической модели СПШ оказалось необходимость настройки показаний радарного датчика в разных режимах его работы. А именно:

- штатный режим работы (измерение дальности на основе полученного отраженного сигнала, т.е. наличия угля в зоне «видимости» радара): дальность в диапазоне показаний от 1 до 20 метров – пропорциональное измерение токового сигнала 4...20 мА, согласно основному режиму работы датчика. В данном диапазоне контролируется минимально допустимое расстояние от машины до штабеля с углём;
- загрязнение датчика (налипание угля, грязи, проверка работоспособности датчика): дальность $<$ или $=$ 0,6 метра – 4 мА, т.е. минимальное показание датчика. На основании данного сигнала автоматически формируется предупредительный сигнал о загрязнении датчика, а также сигнал блокировки работы,

тождественный сигналу появления угля в контролируемой зоне, т.е. формируются соответствующие запреты манипуляции машины;

- отсутствие отраженного сигнала, т. е. отсутствия угля в зоне «видимости» датчика (радар имеет низкий наклон к горизонту при поднятии/опускании стрелы, нет объекта в рабочей зоне датчика): дальность > 30 метров – 20 мА. В этом режиме считается, что нет угля в зоне видимости датчика – для машины нет преград в соответствующем направлении движения.

Надёжность работы

Датчики «УЛМ-31А1» надёжно отработали в тяжелых условиях эксплуатации:

- все датчики эксплуатируются на открытом воздухе в условиях вибрации при работе машины;
- полив морской водой датчиков в следствии работы системы водяного орошения угля для предотвращения его самовозгорания;
- работа в условиях сильной запылённости в следствии порывов ветра до 20 м/с и высокой «летучести» угля в зимнее время;
- работа в зимнее время при температуре воздуха до -20 °С и наличии снегопада;
- работа в летнее время при температуре воздуха до +30 °С;
- работа в межсезонье в условиях дождя со снегом и обледенения конструкций машины.

Для надёжной работы датчиков обязательно необходимо соблюдать следующие рекомендации:

- применять защитные кожухи в местах возможного падения на датчики угля и иных механических воздействий (камни, булыжники и т.д.);
- применять фланцы, защищающие антенну датчиков от загрязнения и налипания мокрого снега и обледенения. Желательно, чтобы фланцы были металлические в виде полого «козырька». При налипании мокрого снега или обледенения на антенну датчика более порядка 75 % поверхности антенны, датчик перестаёт работать и показывает дальность 0,6 метра (загрязнение);
- избегать углов установки датчика, приближенных к горизонтали. В противном случае потоки ветра, особенно при отсутствии фланцев, «задувают» мокрый снег и ледяной дождь на поверхность антенны датчика.

Ниже представлены фотографии установки датчиков на текущий момент, а также условий эксплуатации.

Генеральный директор
ООО «КБ-625»



С.В. Афанасьев



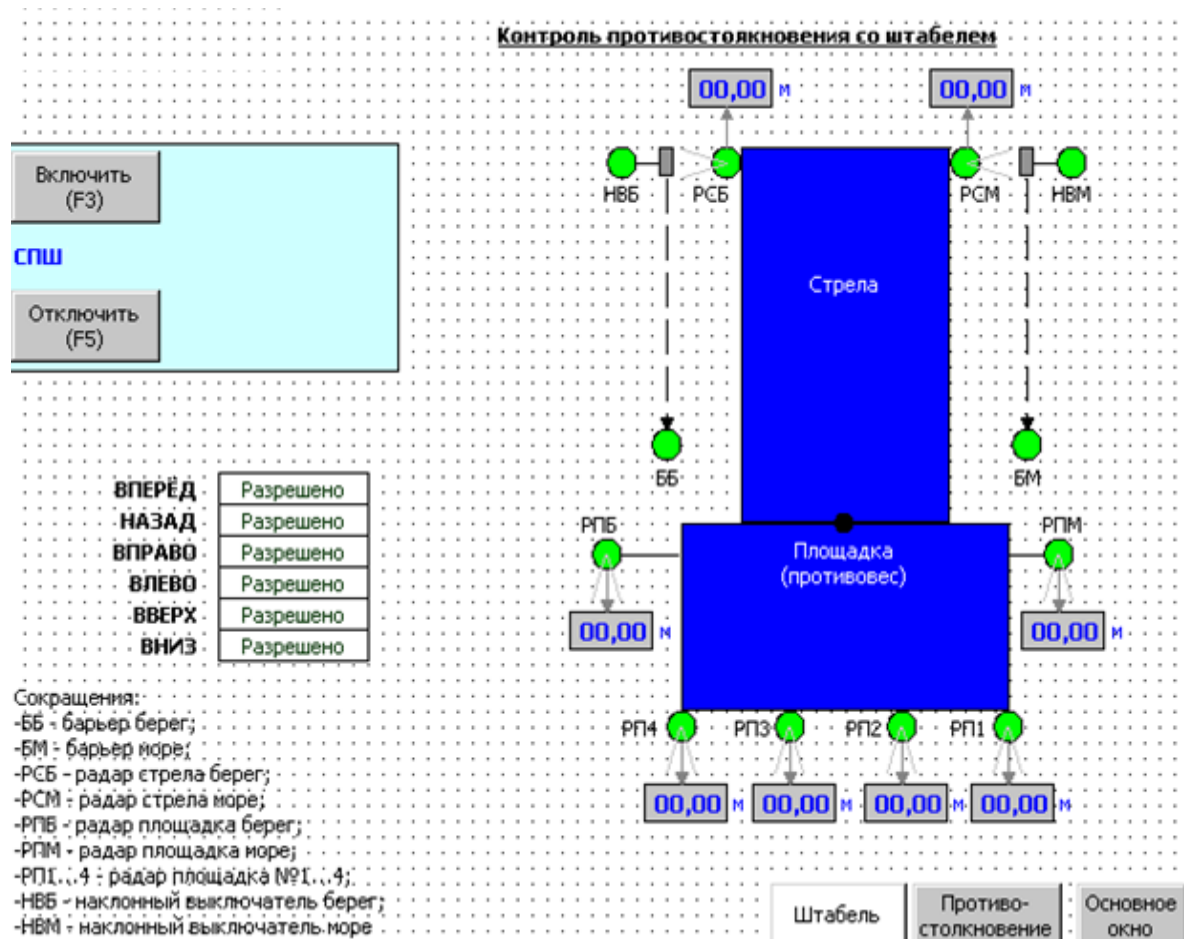


Рисунок №1 Экран системы СПШ на пане оператора в кабине машины (реклаймер Р4).

