

# СИСТЕМА, НЕ ИМЕЮЩАЯ АНАЛОГОВ

## ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОДВИЖНЫМ СОСТАВОМ В ОПАСНЫХ ЗОНАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Новолипецкий металлургический комбинат эксплуатирует более 100 локомотивов, каждый из которых постоянно находится в работе, осуществляя маневровые передвижения. Сложные факторы работы могут привести к ошибкам персонала при управлении локомотивом. Для исключения опасных ситуаций при управлении локомотивом компания «ТМХ-Интеллектуальные системы» и Новолипецкий металлургический комбинат в 2022 году провели опытную эксплуатацию интеллектуальной системы обнаружения препятствий.



**Андрей КРОПОТОВ,**  
начальник Управления  
железнодорожного  
транспорта НЛМК



**Павел МАЩЕНКО,**  
заместитель генерального  
директора ООО  
«ТМХ-Интеллектуальные системы»



**Евгений АЛЕКСАНДРОВ,**  
главный инженер бортовых систем  
ООО «ТМХ-Интеллектуальные  
системы»

Ввод в эксплуатацию системы обнаружения препятствий (СОП) в конвертерных цехах НЛМК позволит избежать столкновения подвижного состава с ковшами при одновременной работе крана и локомотива в случае несогласованности действий оперативного персонала, а также обеспечить безопасность в зоне движения подвижного состава, так как при работе машиниста образуются слепые зоны, видимость в которых ограничена ввиду конструктивных особенностей локомотива.

### Состав системы обнаружения препятствий для конвертерного цеха НЛМК

• **Модуль питания** — преобразовывает напряжение бортовой сети локомотива и обеспечивает питание компонентов системы постоянным стабилизированным напряжением, в составе модуля питания применя-

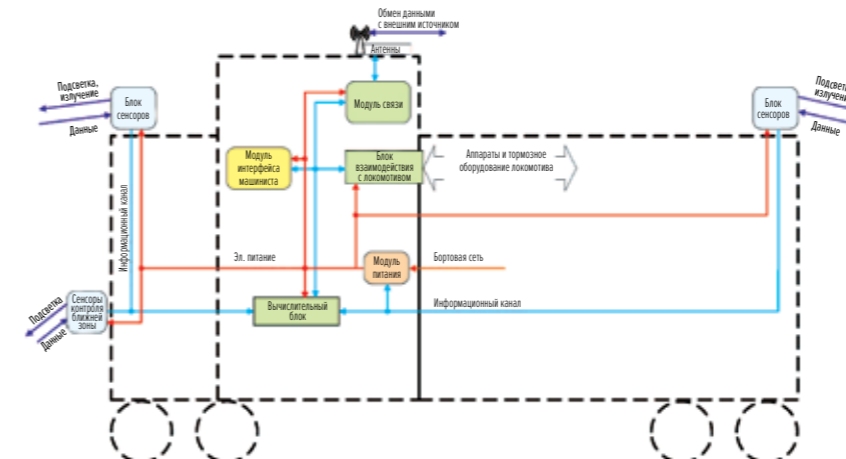
ется источник бесперебойного питания, обеспечивающий безопасное выключение компонентов системы при внезапном пропадании напряжения в бортовой сети локомотива.

• **Блок сенсоров** — предназначен для сбора информации об объектах, находящихся в области сканирования,

в различных диапазонах спектра, передачи полученных от сканирования данных в вычислительный блок. Представляет собой защитный корпус с установленными в нем сенсорами. Блоки устанавливаются на передней и задней частях локомотива на крыше или капотах (в зависимости от конструкции локомотива).

• **Сенсоры контроля ближней зоны** — предназначены для сбора информации об объектах в непосредственной близости от локомотива в видимом диапазоне спектра, передачи данных в вычислительный блок. Представляют собой специализированные каме-

Структурная схема системы обнаружения препятствий



ры с широкоугольным объективом в защитном корпусе. Устанавливаются на буферном брусе локомотива в задней части (с обратной от вагонов прикрытия стороны).

• **Вычислительный блок** — предназначен для обработки информации, поступающей от блоков сенсоров, от сенсоров контроля ближней зоны, от блока взаимодействия с локомотивом, от модуля интерфейса машиниста и от модуля связи, передачи визуальной и звуковой информации в модуль интерфейса машиниста, передачи управляющих воздействий в блок взаимодействия с локомотивом. Полученная от сенсоров информация обрабатывается при помощи нейросетевых алгоритмов, сегментируется путь следования локомотива, детектируются и классифицируются объекты в зоне видимости сенсоров и измеряется расстояние от локомотива до них, в зависимости от положения объекта в пространстве определяется его положение относительно габарита подвижного состава, принимается решение о выдаче предупреждения машинисту локомотива и передаче команды для оказания управляющего воздействия в блок взаимодействия с локомотивом. Функционирование системы обнаружения препятствий и вычислительного блока осуществляется при помощи программного обеспечения разработки ТМХ-ИС.

• **Модуль интерфейса машиниста** — предназначен для вывода изображения от сенсоров на экран, отображения информации об обнаруженных

“ Ввод в эксплуатацию системы обнаружения препятствий в конвертерных цехах НЛМК позволит избежать столкновения подвижного состава с ковшами при одновременной работе крана и локомотива в случае несогласованности действий оперативного персонала. ”



Зона обязательного контроля системы обнаружения препятствий

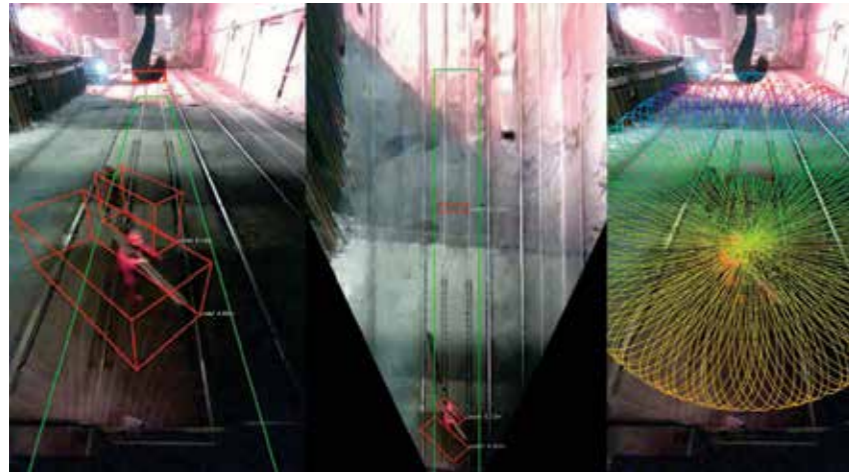
объектах и их классификации, положении в зоне габарита или за ее пределами, вывода служебных сообщений, оповещения машиниста о препятствии звуковым сигналом и вывода служебных речевых оповещений, а также для взаимодействия машиниста с системой через элементы управления. Компоненты модуля интерфейса машиниста устанавливаются в кабине машиниста, в местах, обеспечивающих наиболее комфортное восприятие информации машинистом.

• **Блок взаимодействия с локомотивом** — предназначен для передачи команд управления от вычислительного блока к оборудованию тягового усилия, тормозами, звуковыми сигналами, а также передачи информации в вычислительный блок о состоянии аппаратов локомотива.

• **Модуль связи с антеннами** — предназначен для передачи информации о работе системы во внешнюю сеть, возможности обеспечения позиционирования локомотива, обеспечения удаленного подключения для сервисного сопровождения системы.

— НЛМК, как крупнейший металлургический холдинг, постоянно стремится в своей деятельности внедрять инновационные продукты. Необходимость внедрения инноваций связана с экономической целесообразностью и увеличением безопасности ответственных процессов





Обнаружение объектов системой обнаружения препятствий

на предприятии. Любые, даже мелкие, нестандартные отклонения от графиков производства могут привести к задержке отгрузки продукции. Также НЛМК стремится к максимальному переходу на технологии с исключением человека из опасных зон. При этом внедренные системы должны по своей сути продублировать действия человека, например, при движении локомотива или при нахождении в опасной зоне (допустим, при периодическом осмотре доменной печи) и не пропустить опасную ситуацию. Система, в отличие от человека, не устает и не отвлекается.

Яркий пример — система обнаружения препятствий производства «ТМХ-Интеллектуальные системы», задача которой — среагировать на внезапно возникающее препятствие любого типа. СОП нашел применение в кислородно-конвертерных цехах (ККЦ), где вдоль пути движения локомотива с размером больше 0,4 × 0,4 × 0,4 метра могут находиться человек, мини-погрузчик, крюк, ковш или любой объект. В ККЦ локомотивная бригада будет выведена из локомотива, так как это особо опасная зона — территория работы многотонных ковшей. Для этого планируется дооснастить локомотив и инфраструктуру постом и оборудованием для удаленного управления локомотивом.

Следующим шагом к автоматизации процессов в ККЦ является безопасная система дистанционного управления (БСДУ). БСДУ фактически является комплексной системой, в состав которой входят три подсистемы:

темы: система обнаружения препятствий (описанная ранее), система дистанционного управления и системы дистанционного видеоконтроля при движении вагонами вперед.

БСДУ обеспечивает:

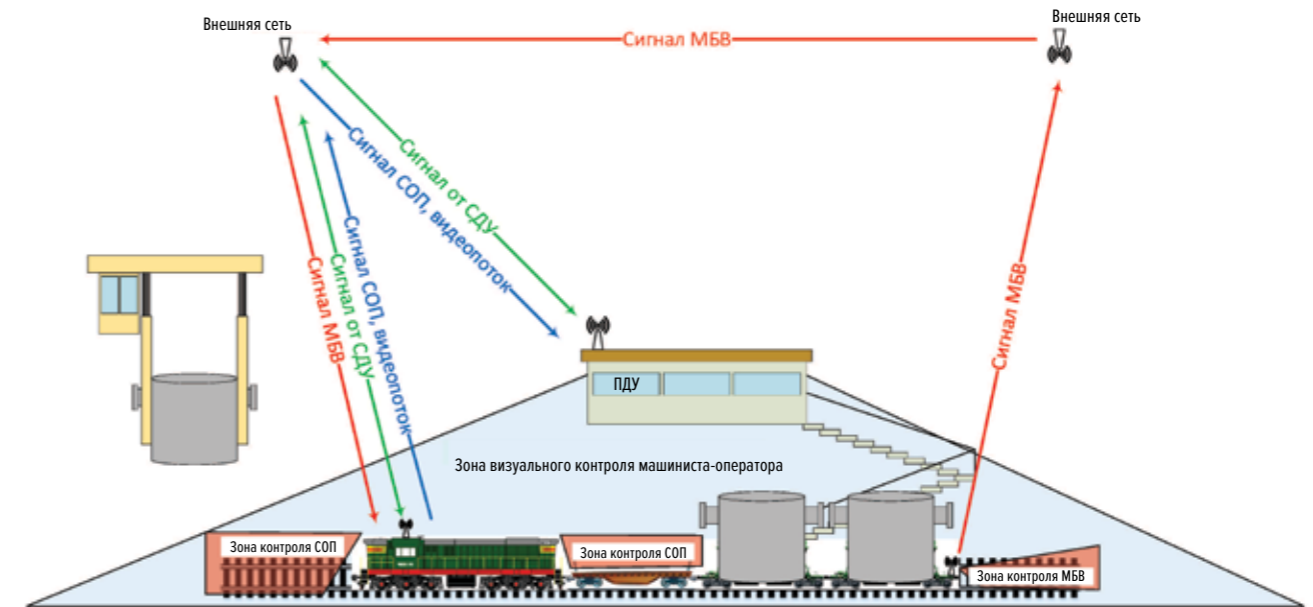
- управление тяговым, тормозным и вспомогательным оборудованием локомотива;
- контроль самопроизвольного движения локомотива;
- автоматическую остановку локомотива по данным от СОП;
- регистрацию команд управления, состояний электрических, пневматических и гидравлических (при наличии) цепей тепловоза;
- периодический контроль бдительности машиниста-оператора;
- прием на пульте ДУ видеосигнала от СОП и СДВ (при наличии широкополосного радиопокрытия LTE/WiFi на предприятии, как опция), передачу информации других систем локомотива;
- передачу на бортовую аппаратуру команд управления от пульта ДУ, обмен служебной информацией между бортовым оборудованием и пультом ДУ по беспроводному выделенному каналу связи «точка — точка»;
- обеспечение функции «подконтрольного подъезда» к препятствию при нажатии специальной кнопки в кабине или на пульте ДУ;
- позицию контроллера;

“ Внедренные системы должны по своей сути продублировать действия человека, например, при движении локомотива или при нахождении в опасной зоне и не пропустить опасную ситуацию. Система, в отличие от человека, не устает и не отвлекается. ”

Структурная схема БСДУ



Схема взаимодействия подсистем БСДУ с обозначением зон контроля



- функции подконтрольного подъезда к препятствию (переключение СОП в неактивный режим);
- аварийную остановку поезда в случаях:
  - пропадания связи между бортовой аппаратурой и носимой частью на время более 5 секунд;
  - отказа составных частей ДУ;
  - падения машиниста-оператора;
  - разрядки аккумуляторной батареи переносного пульта управления;
  - потери бдительности машинистом-оператором;
  - нажатия кнопки аварийной остановки.

Пульте ДУ, входящий в состав БСДУ, обеспечивает отображение на нем следующей информации:

- статус бортовой аппаратуры и готовности локомотива к дистанционному управлению;
- положение реверсора;
- позиции контроллера машиниста;
- ступени торможения;
- текущая скорость локомотива;
- давление в тормозных цилиндрах, тормозной магистрали, уравнительном резервуаре и питательной магистрали маневрового локомотива;
- статус работы СОП;
- ограничение видимости;
- тип ближайшего препятствия в габарите (человек, автомобиль, подвижной состав, неопределенный объект);
- расстояние до ближайшего препятствия.

“ Применение БСДУ позволит вывести локомотивную бригаду из потенциально травмоопасного участка, обеспечить наиболее полный контроль окружающей обстановки при выполнении технологических операций. ”

Система дистанционного видеоконтроля при движении вагонами вперед (СДВ) предназначена для обеспечения визуального контроля машинистом за свободностью пути перед хвостовым вагоном, оценки состояния пути и наличия габарита по ходу движения подвижного состава. СДВ применима на тяговом подвижном составе и вагонах, оборудованных автосцепными устройствами СА-3, промышленных предприятий,

предприятий горнодобывающей промышленности, а также на железных дорогах Российской Федерации и СНГ при движении вагонами вперед со скоростями не более 20 км/ч.

Контроль области за хвостовым вагоном осуществляется посредством мобильного блока видеоконтроля (далее — МБВ), устанавливаемого на автосцепное устройство последнего вагона, передающего видеосигнал локомотивному оборудованию по радиоканалу. МБВ должен устанавливаться в автосцепное устройство СА-3. Корпус МБВ (собственной разработки ТМХ-ИС, патент на полезную модель № 213459) соответствует геометрическим параметрам автосцепного устройства СА-3, обеспечивает надежную фиксацию в зеве автосцепки без применения фиксирующих устройств или дополнительного крепления и не нарушает габарит.

Применение БСДУ позволит вывести локомотивную бригаду из потенциально травмоопасного участка, обеспечить наиболее полный контроль окружающей обстановки при выполнении технологических операций.

ТМХ-ИС выполняет полный цикл производственного процесса при изготовлении и адаптации (для установки на любой подвижной состав) всех компонентов системы БСДУ. В настоящий момент аналогов БСДУ не имеет. ■