

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН

¹В. А. Пенчук, д.т.н., профессор; ²В. В. Пенчук, инженер ООО «Дана ЛТД»;

¹Н. А. Юрченко, ст. преп.

¹ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

²ООО «Дана ЛТД», г. Макеевка

Аннотация. Военные, стихийные бедствия, другие природные катаклизмы приводят к разрушению зданий и сооружений, при этом серьезно страдают и умирают люди. Аварийно-спасательные работы направлены на розыск и освобождение людей из зоны завала, оказание им первой медицинской помощи. Эффективность проведения аварийно-спасательных работ зависит от многих факторов: оперативного получения информации, подбора комплекта машин, маршрута движения и так далее. При выполнении аварийно-спасательных работ широко используются грузоподъемные машины. При разборе завалов крановщик не всегда видит положение рабочего органа – крюка – и ему приходится работать по сигналам стропальщиков, что существенно повышает время спасения людей. Система видеонаблюдения рабочих зон грузоподъемной машины позволит повысить эффективность управления и безопасность эксплуатации на аварийно-спасательных работах. Система видеонаблюдения ViSUM прошла апробацию на мостовом кране. Она может обеспечить видимость в режиме реального времени положения грузозахватного механизма и груза при использовании грузоподъемных кранов.

Ключевые слова: аварийно-спасательные работы, деблокирование пострадавших, грузоподъемные машины, «слепая» зона, система видеонаблюдения.



Пенчук
Валентин Алексеевич



Пенчук Владимир
Валентинович



Юрченко
Наталья Андреевна

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В последние годы во всем мире наблюдается широкий спектр природных явлений, приводящих к стихийным бедствиям (наводнения, прорывы дамб, пожары, землетрясения и др.).

Статистика чрезвычайных ситуаций показывает [1], что ежегодно от различного рода природных катаклизмов в мире погибает около 50 тыс. человек.

Необходимо отметить, что в XXI веке войны на Донбассе, в Грузии, Армении, Сирии, Турции, Индии, Пакистане и в других государствах унесли сотни жизней не только от пуль, многие погибли под завалами зданий и сооружений. Разрушения зданий и сооружений во время военных действий, как показали события в Югославии [2], Сирии [3], а в настоящее время и на Донбассе, в Карабахе, могут происходить за счет специальной военной техники, находящейся далеко от линии соприкосновения войск. Чаще всего разрушения зданий и сооружений происходят без объявления боевых действий, поэтому многие мирные жители городов могут оказаться под завалами.

Основной целью аварийно-спасательных работ и других неотложных действий являются розыск людей и оказание им первой медицинской помощи, а также эвакуация пострадавших из опасной зоны. В аварийно-спасательных работах необходимо оперативно подобрать оптимальный комплект машин, выполняющих эффективные рабочие процессы. Указанная проблема была и будет практически всегда актуальной.

Эффективность аварийно-спасательных работ удастся повысить только за счет оперативного и без-

опасного, как для операторов наземных транспортно-технологических машин, используемых в конкретной чрезвычайной ситуации (ЧС), так и для людей, находящихся под завалами, использования техники.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Математическому обоснованию эффективности выполнения аварийно-спасательных работ посвящено немало работ. В работе [3] рассмотрена возможность математического процесса выработки решений о принятии на вооружение одного из двух тактических приемов по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ. Представлен метод формирования рекомендаций по результатам последовательного анализа двух тактических приемов с учетом вероятности выполнения поставленных задач. В работе [4] рекомендуется при авариях на железных дорогах применять железнодорожные краны, для обучения спасателей использовать виртуальную систему.

Авторы работы [5] предлагают технологию ситуационного моделирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Она позволит сформировать перечень и приоритеты задач по ликвидации аварий, защитных мероприятий, рассчитать потребности в ресурсах.

Снизить количество жертв стихийных бедствий позволит увеличение скорости реагирования на чрезвычайные ситуации. В работе [6] предлагается подход, основанный на оптимизации маршрутизации аварийно-спасательных отрядов.

Для выполнения аварийно-спасательных работ привлекается разнообразная техника.

Все более распространенным становится применение вертолетов [7]. Виртуальное моделирование позволяет подготовить экипажи вертолетных спасателей значительно дешевле, чем обучать их в натуральных условиях.

В работе [1] детально проанализированы конструкции специальной техники для проведения аварийно-спасательных работ, а в работе [8] показано, что при выполнении аварийно-спасательных работ применяется значительное количество типовых грузоподъемных кранов (КС-2575, КС-3574М, КС-45719-1, КМЦ-10, КС-45721 и др.).

В работе [9] детально проанализированы условия применения типовых грузоподъемных кранов при ликвидации последствий ЧС.

Целью исследований является обоснование эффективности применения системы видеонаблюдения на грузоподъемных машинах, участвующих в аварийно-спасательных работах.

ОСНОВНОЙ ТЕКСТ

Во многих нормативных документах рекомендуется аварийно-спасательные работы разбивать на следующие определенные этапы:

- поиск пострадавших;
- деблокирование пострадавших;
- оказание пострадавшим первой медицинской помощи;

– эвакуация пострадавших из зон опасностей (мест блокирования) на пункт сбора.

Поиск пострадавших представляет собой совокупность действий спасателей, направленных на обнаружение, выявление местонахождения и состояния людей, установление с ними связи и определение видов и объемов необходимой помощи.

Деблокирование пострадавших есть совокупность организационных мероприятий и технологических операций, выполняемых спасателями с целью доступа к пострадавшим, извлечения из мест блокирования, организации путей их эвакуации.

Первая медицинская помощь оказывается пострадавшим на месте их деблокирования с целью спасения их жизни путем устранения воздействия поражающих факторов и приведения пострадавшего в состояние, позволяющее осуществлять эвакуацию из опасной зоны. Оказание медицинской помощи в ряде случаев производят на пункте сбора пострадавших после их эвакуации.

Эвакуация пострадавших из мест блокирования заключается в организованной и быстрой доставке пострадавших в безопасные места, на пункты сбора или лечебные учреждения.

Все указанные мероприятия для каждой чрезвычайной ситуации индивидуальны, но всех их объединяет одно условие – их необходимо проводить в максимально короткие сроки.

Это вызвано необходимостью оказания своевременной медицинской помощи пораженным, а также тем, что объемы разрушений и потерь могут возрастать вследствие воздействия вторичных поражающих факторов (пожары, взрывы, затопления и т.п.).

При анализе перечисленных работ по рекомендуемым этапам явно не хватает весьма важных, таких как:

- подготовительные, включающие: оценку объемов аварийно-спасательных работ, подбор необходимой номенклатуры техники и оборудования;
- выбор оптимального маршрута следования аварийно-спасательного отряда.

На эффективность проведения аварийно-спасательных работ влияет множество факторов. Наглядно это влияние и значимость отдельных факторов можно представить диаграммой Исикавы (рис. 1) (ближе к финишу располагаем важные и неоднозначные факторы).

Оценивать эффективность аварийно-спасательных работ необходимо по двум показателям:

- времени их выполнения;
- отсутствию дополнительных травм и повреждений от действий рабочих органов аварийно-спасательной техники.

При аварийно-спасательных работах часто используются наземные транспортно-технологические машины, такие как рыхлители, бульдозеры, экскаваторы и т.д. При их работе практически отсутствует наблюдение за движением рабочего органа, что представляет опасность для людей, находящихся под завалами.

Фотографии на рис. 2 наглядно показывают, что при выполнении технологических процессов широко используются грузоподъемные машины.

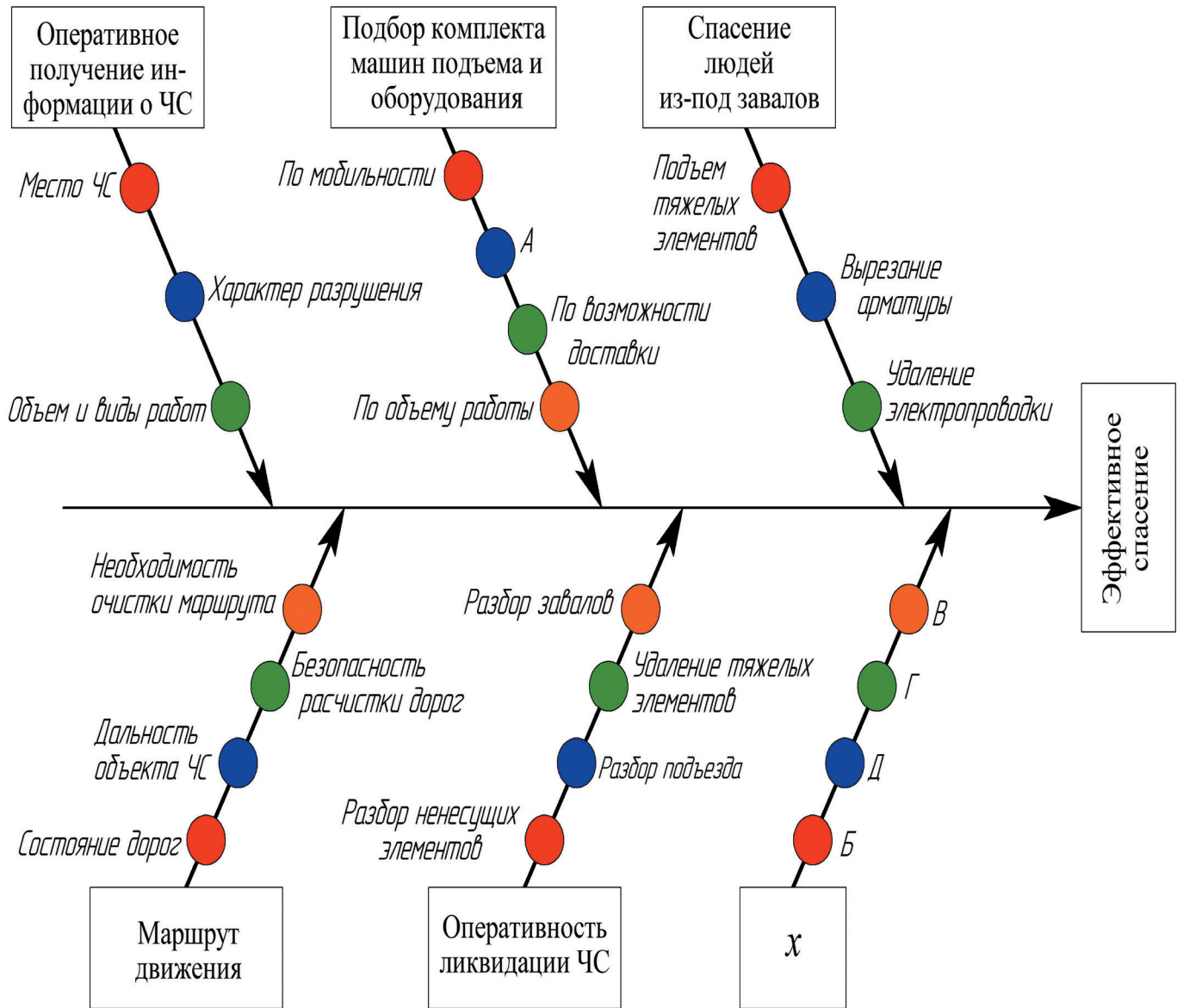


Рис. 1. Влияние различных факторов на эффективность проведения аварийно-спасательных работ (диаграмма Исикавы)



Рис. 2. Применение грузоподъемных машин при разборе завалов в Днепрпетровске (а); в Евпатории (б)

В любом случае при выполнении аварийно-спасательных работ грузоподъемной техникой необходимо стремиться к минимизации времени спасения человека, которое определяется как

$$\sum_{i=1}^n t_{cni} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 \rightarrow \min \quad (1)$$

где t_1 – время от обнаружения места ЧС до поступления и принятия управляющей команды;

t_2 – время на оперативную оценку характера ЧС;

t_3 – время на приведение техники в готовность и ее оснащение дополнительными техническими средствами;

t_4 – время на выбор маршрута движения, выдвигание бригады спасателей из района дислокации и передвижение к месту события;

t_5 – время на устройство прохода техники и спасателей к месту проведения спасательных работ и площадок для расположения техники (электростанций, бульдозеров, грузоподъемных кранов, погрузчиков и др.);

t_6 – время на обеспечение доступа к пострадавшим, их излечение и оказание первой медицинской помощи;

t_7 – время на транспортировку пострадавших к лечебному учреждению.

Наиболее важное в этом перечне – это время поиска и спасения людей, попавших в беду.

Для разработки мероприятий по организации и проведению аварийно-спасательных работ необходимо иметь исходную информацию о состоянии объектов в зоне чрезвычайной ситуации. Данную информацию можно получить непосредственным обследованием маршрута движения техники, визуального осмотра зоны бедствия, инструментального измерения и т. д. Таким способом оценивать объекты зоны чрезвычайной ситуации может быть опасно (возможны обрушения конструкций и сооружений), трудоемко и не всегда информативно. Параметры объектов зоны чрезвычайной ситуации срочно и качественно позволяет определить разработанный метод сравнительного анализа элементов объекта их электронной фиксацией и обработкой его изображения, т.е. видеонаблюдение.

Главной составляющей функции времени спасения человека являются качественные и количественные характеристики рабочего процесса аварийно-спасательной машины.

Качественная характеристика – безопасное извлечение человека из-под завала, зависит от расположения и строповки конструкции элемента разрушенного здания, скорости и направления движения рабочего органа. Особенно это относится к «слепым» зонам, когда информацию о нужных движениях крановщик получает от одного, иногда двух, стропальщиков (рис. 3).

При проведении аварийно-спасательных работ разработаны нормативные документы, рекомендации по комплектованию аварийно-спасательных отрядов техникой и оборудованием. В указанных документах пока отсутствуют сведения об использовании видеонаблюдения.

Системы наблюдения за рабочими процессами аварийно-спасательных машин необходимы в тех случаях, когда на рабочей площадке возникает необходи-



Рис. 3. «Слепые» зоны грузоподъемной машины

мость в получении оперативной информации, а человеку там находиться опасно.

Система видеofиксации рабочей и «слепых» зон грузоподъемной машины позволяет повысить эффективность управления и безопасности эксплуатации на аварийно-спасательных работах. На рис. 4 представлена схема комплектации грузоподъемной машины системой видеонаблюдения за рабочим процессом грузоподъемной машины [10].

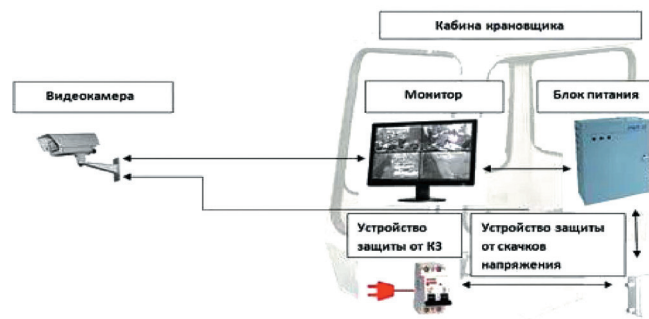


Рис. 4. Принципиальная схема комплектации системы видеонаблюдения для грузоподъемной машины

Прошла испытания система видеонаблюдения ViSUM для мостового крана с магнитной траверсой [11] (рис. 5), включающая в себя: камеру обзора траверсы ViSUM, камеру обзора груза ViSUM, камеру в кабине ViSUM, кабель ViSUM С, видеорегистратор ViSUM, монитор ViSUM, блок питания.

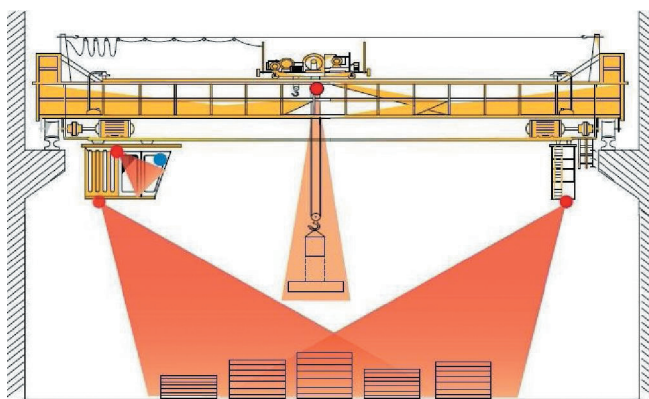


Рис. 5. Система видеонаблюдения ViSUM для мостового крана с магнитной траверсой

Система видеонаблюдения ViSUM предназначена для обеспечения видимости в режиме реального времени положения грузозахватного механизма и груза при использовании грузоподъемных кранов.

Данная система позволяет выводить видеoinформацию в режиме реального времени на монитор крановщика с каждой видеокамеры (одновременно с двух видеокамер), переключать между видеоизображениями в режимах 1/2/4 изображения одновременно.

Применять массовые элементы видеонаблюдения возможно практически на любой аварийно-спасательной технике (табл. 1). Можно устанавливать:

- купольные видеокамеры в ударопрочных корпусах с низкой проницаемостью для влаги и пыли;
- модели с ИК-подсветкой (для ведения записи даже при плохом освещении);
- мониторы с достаточно большой диагональю, хорошей яркостью, антибликовым покрытием.

Таблица 1.

Перечень аварийно-спасательных работ, при которых возможно применение видеонаблюдения

Этапы выполнения аварийно-спасательных работ	Краткая характеристика этапов работ	Цель применения видеонаблюдения	Объекты и методы видеонаблюдения
Подготовительный	Оценка объемов аварийно-спасательных работ	Предварительный осмотр объекта ЧС, оценка вида и объема работ	Объект – зона ЧС, фотографирование с помощью дронов
	Подбор необходимых техники и оборудования	Реальное представление ЧС, видов работ на фотографиях	Объект – зона ЧС
Выбор маршрута следования аварийно-спасательного отряда	Расчет оптимального движения с учетом характера разрушений дорог	Оценка состояния маршрута движения	Фотографии дорог из дронов
Поиск и обнаружение жертв	Разведка и прокладка путей движения формирований и участков будущих работ	Повышение эффективности и безопасности проведения работ	Оборудование рабочих органов наземных транспортно-технологических машин камерами видеонаблюдения за рабочими процессами
	Розыск потерпевших и спасение их из заваленных, разрушенных зданий, помещений, а также пострадавших от затопления и задымления		

ВЫВОДЫ

1. На аварийно-спасательных работах широко используется типовая грузоподъемная техника, которая не оснащена камерами видеонаблюдения, хотя последние нашли самое широкое применение на различных производствах и технологических машинах.

2. Добоорудование грузоподъемных машин видеонаблюдением за рабочими процессами позволяет более оперативно выполнять аварийно-спасательные работы, особенно в «слепых» зонах, исключив нахождение в опасных зонах дополнительных людей-такелажников.

3. Реально рекомендованы к применению системы видеонаблюдения ViSUM, которые прошли испытания на мостовых кранах.

Список литературы

1. Харисов, Г. Х. Организация и ведение аварийно-спасательных работ. Учеб. пособие [Текст] / Г. Х. Харисов, А. Н. Калайдов, А. В. Фирсов. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2011. – 271 с.
2. Разрушения в ходе войны НАТО против Югославии [Электронный ресурс] // Википедия. – Электрон. дан. – М., 2010. – Режим доступа: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/501726>. – Загл. с экрана.
3. Алехина, Ю. 13 памятников, которые разрушили террористы ИГИЛ [Электронный ресурс] // Комсомольская Правда. -2015. – 15 октября. – Режим доступа: <http://kp.ru/daily/26441.5/3312201/>.

4. Jianxi Xu, ZhaoTang, XiaolinYuan, Yinyu Nie, Zong Ma, Xihui Wei, JianJ Zhangab (2018) A VR-based the emergency rescue training system of railway accident. Entertainment Computing, Vol. 27, pp. 23–31.
5. V. V.Nicheporchuk, A. I. Nozhenkov (2019) Emergencies situational modeling technology for territorial management support. Procedia Structural Integrity, Vol. 20, pp. 248–253.
6. Bingsheng Liu, Jiuh-Biing Sheu, Xue Zhao, Yuan Chen, Wei Zhang (2020) Decision making on post-disaster rescue routing problems from the rescue efficiency perspective. European Journal of Operational Research, Vol. 286, Issue 1, pp. 321–335.
7. Xue SUN, Hu LIU, Yongliang TIAN, Guanghui WU, Yuan GAO (2020) Team effectiveness evaluation and virtual reality scenario mapping model for helicopter emergency rescue Chinese Journal of Aeronautics, Available online: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1000936120302211>.
8. Пармон, В. В. Организация и проведение аварийно-спасательных работ / В. В. Пармон, А. В. Врублевский, М. М. Тихонов [и др.] – Минск: КИИ, 2015. – 576 с.
9. Новоселов, В. Универсальная техника. Навесное оборудование для кранов [Текст] / В. Новоселов // Строительная техника и технологии. 2005. № 1. С. 35–38.
10. Схема систем видеонаблюдения [Электронный ресурс] // Spycams.ru. – Электрон. дан. – М., 2015. – Режим доступа: <http://Spycams.ru/sovet/shema-sistem-videonabludeniya/>. – Загл. с экрана.
11. Система видеонаблюдения для мостового крана VISUM [Электронный ресурс] // VISUM. – Электрон. дан. – М., 2015. – Режим доступа: <http://visum.su/typovye-resheniya/promyshlennyye-kranu/mostovoj-kran/>. – Загл. с экрана.