

УДК 625.08:62-78

**ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН КАК ФАКТОРЫ ОЦЕНКИ
ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ «ЧЕЛОВЕК–МАШИНА–СРЕДА»**

**Е.С. Венцель, профессор, д.т.н., ХНАДУ,
Н.С. Севрюгина, доцент, к.т.н., Е.А. Волков, аспирант, Белгородский
государственный технологический университет имени В.Г. Шухова, Россия**

Аннотация. Зачастую безопасное выполнение работ, с использованием СДМ, возможно только при условии ненахождения человека на территории данного производства. Там, где человек подвергает себя риску, рационально использовать дистанционное управление техникой. Это не только решает проблему ограниченной обзорности производственной зоны с рабочего места оператора, но и создает предпосылки для создания более комфортных и безопасных условий работы.

Ключевые слова: агрессивная среда, безопасность, управление, обзорность.

**ЕРГОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН ЯК ФАКТОРИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ
СИСТЕМИ «ЛЮДИНА–МАШИНА–СЕРЕДОВИЩЕ»**

**Є.С. Венцель, професор, д.т.н., ХНАДУ,
Н.С. Севрюгіна, доцент, к.т.н., Е.А. Волков, аспірант, Белгородський
державний технологічний університет імені В.Г. Шухова, Росія**

Анотація. Найчастіше безпечно виконання робіт, з використанням БДМ, можливе тільки за умови непереребування людини на території даного виробництва. Там, де людина піддає себе ризику, раціонально використовувати дистанційне керування технікою. Це не тільки вирішує проблему обмеженої оглядовості виробничої зони з робочого місця оператора, але і створює передумови для створення більш комфортних і безпечних умов роботи.

Ключові слова: агресивне середовище, безпека, керування, оглядовість.

**ERGONOMIC PERFORMANCE OF TECHNOLOGICAL MACHINES
AS FACTORS IN ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF THE SYSTEM
«MAN–MACHINE–ENVIRONMENT»**

**E. Venzel, Associate Professor, Doctor of Technical Science, KhNAHU,
N. Sevryugina, Associate Professor, Candidate of Technical Science, E. Volkov,
postgraduate, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Russia**

Abstract. Safe performance of work, using the BRM, is only possible without human interference into the production process, where a person exposes himself to the risk, to use remote control technology is quite rational. This solves the problem of limited visibility of the production area from the operator, but also creates prerequisite for more comfortable and safe working conditions.

Key words: aggressive environment, safety, control, visibility.

Введение

Опыт проведения работ с использованием строительной техники (экскаваторов, бульдозеров, погрузчиков и т.д.) демонстрирует, что зачастую техника и человек-оператор работают в сложных производственных условиях. В результате техногенных катастроф, аварий или стихийных бедствий разрушаются здания и сооружения. В настоящее время для разборки завалов используют технику, которая не всегда соответствует требованиям относительно таких работ. Это приводит к выполнению работ по несовершенным технологическим схемам, что снижает их производительность и повышает трудозатраты, а также увеличивает общую опасность выполнения работ.

Анализ публикаций

При конструировании многофункциональных технологических машин большое внимание уделяется изучению эргономических параметров. Обзорность из кабины машиниста-оператора является одним из важных эргономических показателей. Это конструктивное свойство, характеризующее объективную возможность и условия восприятия оператором визуальной информации. При этом практически нет исследований обзорности при возможности использования систем дистанционного и ручного управления технологическими машинами [1, 3, 4].

Цель и постановка задачи

Все вышеизложенное показывает, что существует необходимость исследования работы многофункциональных машин при применении технологии дистанционного управления.

Определение эргономических характеристик

В качестве исходной точки отсчета параметров обзорности для экскаваторов принята точка, имитирующая положение глаз оператора (т. К).

Для одноковшовых экскаваторов установлены числовые показатели обзорности в вертикальной плоскости – не менее 120° вниз от верхнего положения рабочего органа, в горизонтальной плоскости – не менее 80° в направлении рабочего оборудования в обе стороны от продольной оси экскаватора [1].

Углы (b , f , a) определяют обзорность экскаватора из кабины (рис. 1).

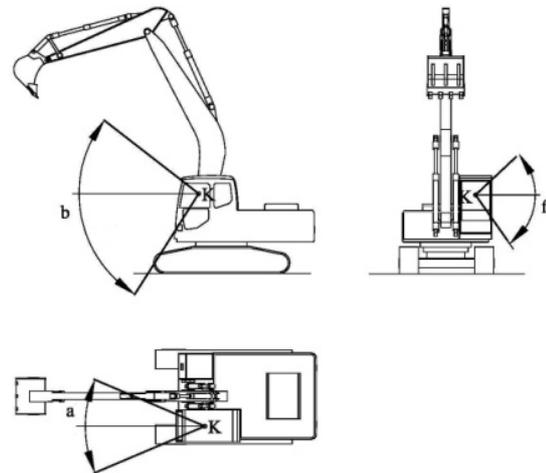


Рис. 1. Углы, определяющие зоны обзора экскаватора

Существует обязательный обзор – обзор передней части гусеницы, состояния грунта перед гусеницей и обзор рукояти, стрелы и ковша. Для обеспечения видимости этих зон устраиваются специальные окна.

И для качественного сравнения обзорности при управлении экскаватором при двух режимах управления (прямом и дистанционном) рассмотрим циклы всего технологического процесса, с позиции расщепленности внимания, переноса взгляда по точкам восприятия с рабочего места машиниста экскаватора.

Построим картину обзорности с рабочего места машиниста с помощью системы автоматизированного проектирования AutoCAD, SolidWorks.

На базе ортогональных чертежей экскаватора создается трехмерная модель, параметрами которой следует выделять угол зрения, перенос взгляда, длительность фиксации взгляда, сектор видимости. Модель состоит из двух секторов преимущественного и периодического наблюдения (рис. 2).

К объектам преимущественного наблюдения относятся: рабочие положения ковша, стрелы, рукояти, транспорт и т.д. К объектам периодического наблюдения относятся: гусеницы, пульт управления, средства отображения информации и т.д.

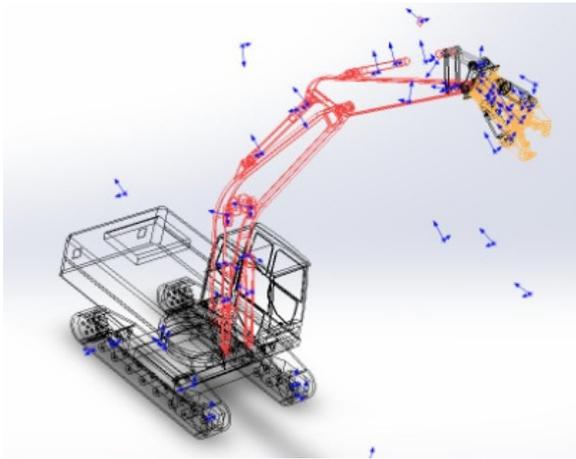


Рис. 2. Ортогональное изображение экскаватора

В кабине машиниста при помощи координат задается условная точка взгляда для положения туловища машиниста, сидящего прямо (рис. 3). Также необходимо учитывать возможность изменения положения туловища машиниста, например, при наклоне туловища вперед на 30° .

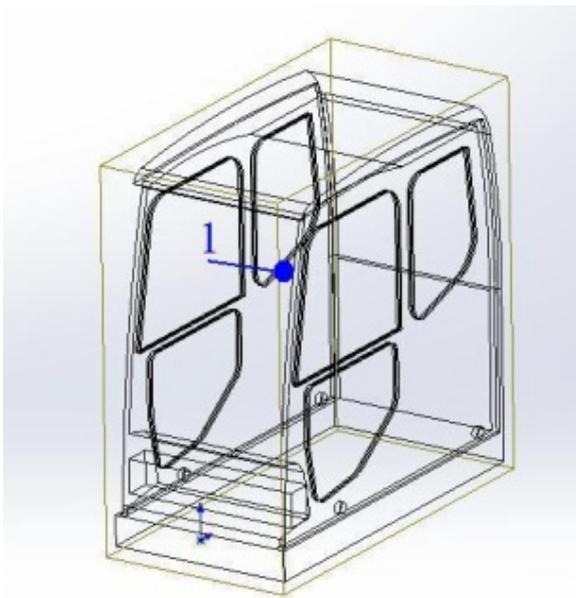


Рис. 3. Точки взгляда, т. 1 – машинист сидит прямо

Обзор объектов наблюдения выражается поверхностью или линией. За меру обзора каждого объекта наблюдения принимается коэффициент обзора K_{iO} , являющийся безразмерной величиной с диапазоном от 0 до 1 [2]. Для каждого выбранного объекта строится картина обзорности. Коэффициент обзора поверхности или линии определяется как от-

ношение площади поверхности или линии видимой части объекта к общей его площади или длине линии необходимого обзора. Для точечных объектов, находящихся в поле зрения, коэффициент обзора равен 1, и вне поля зрения – 0.

Оценка обзорности (K_o) с рабочего места оператора спецтехники выражается в виде дроби, в числителе которой – коэффициент максимального обзора объектов преимущественного наблюдения ($K_{iMO}_{пр}$), а в знаменателе – объектов периодического наблюдения ($K_{iMO}_{пер}$) [2].

Коэффициенты максимального обзора объектов преимущественного наблюдения и объектов периодического наблюдения определяются, соответственно, из выражений [3]

$$K_o = \frac{(K_{iMO})_{пр}}{(K_{iMO})_{пер}}$$

$$K_{iMO} = \frac{Sgn(1-2m) \sum_{i=1}^n (K_{iMOi})_{пр}}{(n-m) - m},$$

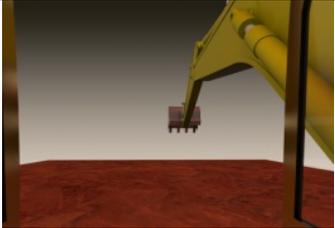
где n , m – количество заданных и невидимых объектов наблюдения; K_{iMOi} – лучший обзор из точек в пределах физиологически рациональной позы для каждого объекта наблюдения

$$SgnX = \begin{cases} -1 & \text{при } X < 0; \\ 0 & \text{при } X = 0; \\ +1 & \text{при } X > 1. \end{cases}$$

В нашем случае обзорность условна, по причине получения значительной разницы в значениях коэффициентов при двух режимах управления, так как дистанционный режим дает большие возможности при выборе места положения точки, из которой будет происходить управление.

На примере исследуемого экскаватора (РС-220) построена трехмерная модель и получены картины обзорности с рабочего места машиниста. В качестве объектов преимущественного наблюдения рассматривались четыре рабочих положения ковша, а в качестве объекта периодического наблюдения правая – гусеница экскаватора (табл. 1).

Таблица 1 Обзорность с рабочего места экскаватора

1. Обзорность ковша при выходе на уровень пяты	
	
2. Обзорность ковша при транспортировке	
	
3. Обзорность ковша на уровне максимальной глубины черпания	
	

При прямом управлении качество обзорности и видимости с рабочего места машиниста экскаватора зависит от положения кабины относительно стрелы и кузова экскаватора, положения сидения машиниста в кабине, конфигурации оконных проемов, качества стекол, их своевременной очистки и обогрева, применения средств защиты глаз от ослепления солнечными лучами, исключения бликов.

Таким образом, построение картин обзорности позволяет качественно оценить достаточность/ограниченность видимости объектов преимущественного и периодического наблюдения из кабины экскаватора.

В качестве примера предоставим картины обзорности в смоделированных условиях: разборка здания экскаватором и работа экскаватора в агрессивной среде.

Построенные картины обзорности при дистанционном режиме управления позволяют оценить изменения взаимодействия в систе-

ме «оператор – машина – среда», а также качественные изменения при обзоре объектов преимущественного и периодического наблюдения.

Иногда разборка дома в условиях города при помощи экскаватора становится единственным возможным способом, так как применение других способов сноса (направленного взрыва) не возможно.

При работе на зараженном или нестабильном грунте, при необходимости ненахождения человека на данной территории, для обеспечения безопасности проведения работ.

Свобода ориентации ТДУ (Точки Дистанционного Управления) позволяет оператору определить наиболее удобное и безопасное место положения для выполнения производственных операций. Также возможно использование дополнительных камер и информации, считываемой с компьютеров, что обеспечит визуализацию параметров и опре-

деление координат положения экскаватора и рабочих элементов его исполнительных механизмов.

Выводы

При использовании СДУ (Систем Дистанционного Управления) оператор получает возможность постоянно наблюдать за изменяющимися условиями в зоне работ и оценивать такие факторы, как безопасность, качество выполнения работ, что способствует повышению эффективности эксплуатации машины.

Литература

1. Требования к обзорности. – URL: http://www.megadrill.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=85:ergo-obz&catid=13:2009-05-14-03-41-15&Itemid=5.
2. Экскаваторы одноковшовые. Общие требования безопасности и эргономики к рабочему месту машиниста и методы их контроля: ГОСТ 12.2.130-91 ССБТ. – Введ. 1993-01-01. – М.: ИПК Изд. стандартов, 2002. – 12 с.
3. Груздева Н.Н. Построение картин обзорности с рабочего места машиниста экскаватора / Н.Н. Груздева, Л.П. Хомякова, В.Г. Хусаинов // Горная промышленность. – 2002. – № 3. – С. 11–16.
4. Степанов И.С. Основы эргономики и дизайна автомобилей и тракторов / И.С. Степанов, А.Н. Евграфов, А.Л. Карунин и др.; под общ. ред. В.М. Шарипова. – М.: Академия, 2005. – 66 с.
5. Севрюгина Н.С. Инфографическая модель комплексной безопасности транспортных и технологических машин / Н.С. Севрюгина // Безопасность труда в промышленности. – 2011. – № 6. – С. 38–41.
6. Баловнев В.И. Задача создания систем интеллектуальной дорожно-строительной техники / В.И. Баловнев // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2012. – № 4. – С. 18–22.
7. Севрюгина Н.С. Оценка факторов риска возникновения нештатных ситуаций / Н.С. Севрюгина, Е.В. Прохорова // Вестник Белгородского государственного технологического университета. – 2013. – №2. – С. 192–195.

Рецензент: А.В. Полярус, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 23 сентября 2013 г.