

УДК 621.002:658.382.3

**ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ОХРАНОЙ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ С УЧЕТОМ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА**

©Смирнитская М. Б.

*Українська інженерно-педагогічна академія***Інформація про автора:**

Смирнитська Майя Борисівна: ORCID: 0000-0002-4759-2168; robams@mail.ru; кандидат технічних наук; доцент кафедри охорони праці, стандартизації та сертифікації; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

Показано, что формирование базы данных автоматизированной системы управления охраной труда на предприятии должно проводиться с участием организаторов производства, руководителей всех рангов, инженера по охране труда и работников предприятия. На примере машиностроительного предприятия показано использование операционального подхода на нижнем этапе детализации системы с целью последующего определения вероятности травмирования на каждом рабочем месте. Для повышения качества системы предложены в качестве ее элементов: процедура самоанализа работника и автоматизированный мониторинг психофизиологического состояния работников. Элементами общей стратегии проектирования автоматизированной системы управления охраной труда на основе «человеческого фактора» предлагается сделать мероприятия, направленные на формирование у работников психофизиологических основ повышения степени субъективной опасности по каждому виду опасностей на рабочем месте.

Ключевые слова: система; охрана труда; человеческий фактор; операциональный подход; психофизиологическое состояние; работник.

Смирнитська М. Б. «Принципи побудови автоматизованої системи управління охороною праці на підприємстві з урахуванням людського фактору».

Показано, що формування бази даних автоматизованої системи управління охороною праці на підприємстві повинне проводитися за участю організаторів виробництва, керівників усіх рангів, інженера з охорони праці та працівників підприємства. На прикладі машинобудівного підприємства показано використання операціонального підходу на нижньому етапі деталізації системи з метою подальшого визначення ймовірності травмування на кожному робочому місці. Для підвищення якості системи запропоновані як її складові наступні елементи: процедура самоаналізу працівника та автоматизований моніторинг психофізіологічного стану працівників. Елементами загальної стратегії проектування автоматизованої системи управління охороною праці на основі «людського фактору» пропонується зробити заходи, спрямовані на формування у працівників психофізіологічних основ підвищення ступені суб'єктивної небезпеки по кожному виду небезпек на робочому місці.

Ключові слова: система; охорона праці; людський фактор; операціональний підхід; психофізіологічний стан; працівник.

Smyrnytska M. “Development principles of automated management system for protection of labor considering the human factor”.

It's showed, that the formation of databases of automated management system for protection of labor must be carried out with sponsors, managers of all ranks, protection of labor engineers and workmen. The use of operational approach on the lowest stage of system is offered by way of example of engineering company for the purpose of the traumatize probability is calculated on-site. The introspection procedure and the automated monitoring of the psychophysiological state for workmen are proposed for improvement of quality of the system. It's offered measures are forming the psychophysiological foundations of increasing the degree of subjective hazard for each type of hazards in the workplace have been as the elements of the common strategy of the design automated management system for protection of labor.

Keywords: system; protection of labor; human factor; workman; operational approach; psychophysiological state.

1. Постановка проблеми

Неудовлетворительные условия труда, несчастные случаи на производстве и профессиональные заболевания ведут к серьезным социально-экономическим потерям как со стороны государства, так и со стороны работодателя, проявляясь как в виде значительных выплат в системе общеобязательного государственного социального страхования за нанесенный ущерб, так и в виде недостаточно эффективно действующего механизма социального партнерства между органами государственной власти, работодателями и наемными работниками. Организация такого рода взаимодействия между субъектами социально-трудовых отношений в области охраны труда представляет собой одну из важнейших целей построения и функционирования системы управления охраной труда на предприятии.

Инженерная психология и эргономика насчитывают до 3000 факторов, влияющих на надёжность и эффективность деятельности человека в производственной (в т.ч. автоматизированной) среде [1]. Это возможно в тех случаях, когда человек управляет или взаимодействует с техникой. Многообразие факторов, элементов труда и причин, порождающих травматизм на производстве, создают весьма сложную картину, анализ и оценку которой по силам проводить только автоматизированной системе управления охраной труда (АСУ ОТ).

Разработка автоматизированной системы управления охраной труда (АСУ ОТ) предприятия предполагает несколько этапов, каждый из которых состоит из разработки или описания многих частных задач, включающих в том или ином виде «человеческий фактор».

При проектировании новой и модернизации существующей техники особенно важно заранее и с максимально доступной полнотой учитывать возможности и особенности людей, которые будут ею пользоваться. При использовании и развитии технологий проектирования технических систем вообще и компьютерных систем (КС) в частности очень важно учитывать взаимодействие человека с КС и ее компонентами. Поэтому значительное внимание необходимо уделять вопросам деятельности человека в человеко-машинных системах и инженерно-психологическому и

эргономичному проектуванню інтерфейсов «человек – машина» [2]. Осознание этого требует нового взгляда на состав самого объекта проектирования – в данном случае – отнесение человека-пользователя к компонентам КС. Учет этой особенности в структуре АСУ ОТ на этапе ее проектирования имеет важное влияние на эффективность процесса проектирования [3].

При создании АСУ ОТ или оптимизации существующей системы управления охраной труда, необходимо определить класс системы, надежность и эффективность её человеко-машинных компонентов и всей системы в целом. Реализация названных задач возможна, если этапам статистической оценки, математического моделирования и кодирования показателей «человеческого фактора» (ЧФ) будет предшествовать этап разработки методических рекомендаций по учёту ЧФ при создании АСУ ОТ, а также сбор методик оценки качества учёта ЧФ в разрабатываемой системе.

2. Анализ последних исследований и публикаций

Усовершенствованию методов и средств комплексного анализа и предупреждения производственного травматизма, а также вопросам развития информационно-аналитических аспектов систем управления охраной труда (СУОТ) постоянно уделяется внимание. Так, в работе [4] сформулирована организационно-технологическая концепция анализа и решения ситуационных задач управления информационным обеспечением предприятий, рассмотрены вопросы методического обеспечения реализации этой концепции в управлении охраной труда предприятий машиностроения. Основное внимание в работе уделено разработке управленческих процедур с целью расширения вариантности управленческих решений.

Функциональная структура автоматизированной системы управления охраной труда на предприятии для оптимального планирования профилактических мероприятий предложена в работе [5]. Недостатком описанной системы является отсутствие в ней в виде участника или пользователя работников предприятия.

В работе [6] формализованы базовые требования эффективного функционирования СУОТ и методик анализа рисков производственного травматизма для организаций, на которых уже созданы системы управления охраной труда. Автор посвятил работу описанию нормативных требований к функционированию системы управления охраной труда без детализации по уровням системы.

Представляют интерес, изложенные в работе [7], принципы построения автоматизированной системы управления электромагнитной безопасностью, целью которой является минимизация профессиональных рисков воздействия электромагнитных излучений на функциональное состояние человека-оператора. Предлагаемая система позволяет спрогнозировать предельно допустимое электромагнитное воздействие на организм конкретного работника за допустимое время работы на безопасном расстоянии от электроустановки. В принципы системы заложены открытость, мобильность элементов, иерархичность, учитывающая организационно-штатную структуру предприятия. Но предлагаемая система решает вопросы обеспечения защиты от одного конкретного производственного фактора.

Наиболее близкой по области исследования является работа [8], в которой предложено в подсистеме поддержки принятия решений СУОТ предприятия создать процедуру адаптации средств принятия решений, учитывающих меру несклонности к риску или изменение

Технологія машинобудування

отношения к нему работника при изменении ситуации. Автор [8] использует функцию выгодности при выборе управленческих решений, касающихся травмоопасных профессий. Предложенный подход не учитывает влияние внешних (в частности, производственных) факторов, воздействующих на психофизиологическое состояние работника.

Таким образом, на современном этапе развития производственных процессов во всех отраслях наблюдается тенденция к интенсификации труда, повышению информационной и психологической нагрузки на человека-исполнителя, что вызывает необходимость прогнозирования основных показателей безопасности труда. Выполнение поставленных задач требует совершенствования методов контроля, анализа, моделирования и прогнозирования основных показателей условий труда работающего персонала [9], чему и посвящены рассмотренные публикации. Недостатком рассмотренных решений является то, что информация о рабочем месте и о состоянии работника формируется на основе статистических и априорных данных. Трудовая деятельность на рабочем месте рассматривается как объект управления, при этом работник, осуществляющий эту деятельность, не является участником СУОТ или одним из субъектов управления. Также не учитывается текущее функциональное состояние рабочего – СУОТ не содержит процедур мониторинга психофизиологического состояния работника. Целью работы является разработка рекомендаций по учету названного «человеческого фактора» при проектировании автоматизированных систем управления охраной труда на предприятии.

3. Рекомендации по учету «человеческого фактора» в АСУ ОТ на этапе ее детализации

Любую систему, в том числе и АСУ ОТ, состоящую из подсистем, блоков и элементов, можно и необходимо детализировать.

Первый уровень детализации системы (а при проектировании - её схемы) управления производится на уровне суперсистемы, т.е. отрасли, с указанием цели (в случае АСУ ОТ - обеспечение безопасных условий труда).

Второй уровень детализации проводится на уровне участка, цеха и определяются их задачи.

Третий уровень детализации – это блок-схема деятельности рабочего на его рабочем месте на уровне операций. На этом этапе предлагается использование операционального подхода. Сложные системы первого и второго уровня не поддаются операциональному описанию, поскольку ряд их важных параметров определяется недостаточно четко и знания о структуре таких систем всегда неполны. С другой стороны, описание деятельности работника в виде упорядоченной последовательности признаков, измеренных характеристик и элементарных действий является не только достаточным, но и необходимым условием проектирования эффективной АСУ ОТ. Это объясняется тем, что обеспечение безопасных условий труда на конкретных рабочих местах и профилактика возникновения на них несчастных случаев — цель создания АСУ ОТ. Трудности, связанные с использованием указанного подхода:

- операциональный подход требует использования достаточно апробированных методик их регистрации, описания, измерения и кодирования;
- созданная блок-схема деятельности работника будет наиболее приближена к реальной, если в процесс ее создания будут вовлечены сами работники, что увеличивает трудоемкость подхода.

4. Рекомендации к оценке качества обеспечения безопасности труда средствами АСУ ОТ с учетом «человеческого фактора»

Если, например, система управления качеством оценивает продукт труда на производстве, то и АСУ ОТ должна оценивать качество средств безопасности и мер безопасности, предпринимаемых на предприятии. Особенностью оценки качества реализуемых мероприятий по охране труда является то, что с укрупнением «образа» оцениваемого фактора (мероприятия) происходит смещение акцента, т.е. повышение значимости социально-психологических и социологических показателей и уменьшение удельного веса антропометрических. Психофизиологические показатели сохраняют свою весомость, но трансформируются в зависимости от «социальной моды» и интересов людей. Следует отметить, что и качество продукции в немалой степени зависит от комфортности и безопасности труда, причём комфортность рассматривается как условие безопасности труда.

Оценку качества производственного труда с точки зрения его безопасности предлагается выполнять с учетом следующих положений.

Первое: оценка качества производственного труда с точки зрения его безопасности должна начинаться со сбора данных о сбоях, простоях, нарушениях графика, задержках, эксплуатационных отказах техники, нарушениях требований охраны труда и т.п. Полученные данные должны заноситься в общую базу данных (БД) «Перечень замечаний». При этом, для соблюдения важнейшего условия оптимизации системы, необходима типизация элементов БД, входных и выходных данных.

Второе: обеспечение безопасности труда не может быть осуществлено без наличия стандартов по эксплуатации продукции или оборудования и разработки стандарта предприятия на используемый технологический процесс.

Третье: для профилактики травматизма необходимо повысить качество самоанализа человека как элемента АСУОТ. Для этого необходимо:

- выявить степень риска профессии в данных условиях производства, влияние характера труда и технологии на состояние безопасности;

- применить автоматизированный мониторинг психофизиологического состояния работников. Данный мониторинг, в зависимости от вида рабочей деятельности – операторский/не операторский, будет осуществляться самим работником и представителем медслужбы предприятия или только самим работником. В случае операторского вида деятельности, при прохождении обязательного психофизиологического осмотра перед сменой, медперсонал вносит данные о состоянии работника в систему. Непосредственно работник при входе в цех нажимает клавишу ввода в АСУОТ с надписью: «Я сегодня в хорошей форме», «Я сегодня удручен», «Я плохо спал» и т.д. – одну или сразу несколько. Методом корреляционного анализа введенных работником (и медперсоналом, если это предусмотрено) данных об отклонениях в состоянии здоровья (по виду и степени) и психологической характеристики индивида, АСУОТ формирует прогностическое предупреждение непосредственному руководителю работ.

Технологія машинобудування

Четвертое: алгоритмы безопасности должны быть детализированы в строгом соответствии с элементами технологического процесса. Предлагается разбить блоки производственного процесса на отдельные элементы или операции, и сформулировать присутствие в них опасных моментов. Для кодирования названия операции использовать терблиги [10]. Вероятность травмирования представлять в числах от 0 до 1, что позволит использовать эти данные для расчета показателей эффективности функционирования АСУОТ на всех уровнях.

Фрагменты работы по детализации рабочих операций, выполненной автором, показаны в таблицах 1–3.

Таблица 1 – Пример блока оценки безопасности труда по профессиям

| Виды работ | Терблиги | Присутствие опасности травмирования |
|---|--|-------------------------------------|
| Блок №1. Подъемно-транспортные работы: | | |
| Подблок 1.1 Строповщики | 1) «Искать» | мало вероятно |
| | 2) «Найти» | мало вероятно |
| | 3) «Выбрать» | мало вероятно |
| | 4) «Взять» («застропить») фиксажная точка | есть |
| | 5) «Переместить» (с помощью крана) | есть |
| | 6) «Привести» (в нужное положение) | есть |
| | 7) «Проверить» (правильность установки) | есть |
| | 8) «Держать» (до закрепления) фиксажная точка | есть |
| | 9) «Установить» (связи и опоры) | есть |
| | 10) «Переместить» (руку с грузом) | есть |
| | 11) «Отпустить» (расстропить конструкцию) | есть |
| | 12) «Разобрать» (связи) | есть |
| | 13) «Убрать» (строповочное приспособление) | есть |
| Подблок 1.2 Крановщики | 1) «Искать» | мало вероятно |
| | 2) «Найти» | мало вероятно |
| | 3) «Выбрать» | мало вероятно |
| | 4) «Переместить» (к месту захвата) фиксажная точка | есть |
| | 5) «Держать» (до застроповки) фиксажная точка | мало вероятно |
| | 6) «Взять» («поднять») | есть |
| | 7) «Переместить» (к месту монтажа) | есть |
| | 8) «Подать» (на место монтажа) | есть |
| | 9) «Привести» (в нужное положение) | есть |
| | 10) «Держать» (до закрепления) | есть |
| | 11) «Убрать» | есть |

Таблица 2 – Пример блока оценки безопасности труда по видам работ

| № | Вид работ | Внутривидовая характеристика работ | Возможные нарушения норм безопасного производства работ, являвшиеся причиной несчастных случаев | Коэффициент опасности для данного вида нарушения | Коэффициент удельного веса вида работы к общему объему работ | Средневзвешенный коэффициент опасности работ для данного вида |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|---|--|--|---|
| 1 | Подъемно-транспортные работы в цеху | Перемещение крупногабаритных грузов | 1) Неправильная строповка груза | 0,167 | 0,25 | 2,78 |
| | | | 2) Применение для строповки не качественного инструмента | 0,173 | | |
| | | | 3) Отсутствие средств подхода к месту строповки | 0,164 | | |
| | | | 4) Работа без средств индивидуальной защиты | 0,145 | | |
| | | | и т.д. | | | |

Таблица 3 – Пример перечня причин, приводящих к травматизму по вине человека

| № п/п | Вид работы | Причины травматизма |
|-------|------------------|---|
| 1 | Сварочные работы | <ol style="list-style-type: none"> 1. Неудовлетворительная организация рабочих мест. 2. Отсутствие ограждений, переходов, лестниц. 3. Работа с неисправностями инструмента (плохая изоляция кабеля, аварийное состояние газоподводящих трубок, аппарата, отсутствие манометров и т.д.). 4. Несоблюдение правил установки и расположения ацетиленового аппарата, кислородного баллона, керосинового бачка для газорезки . 5. Работа в опасных условиях (дождь, снегопад, повышенная влажность, токопроводимые поверхности). 6. Отсутствие индивидуальных средств защиты. 7. Нарушение правил погрузки-разгрузки кислородных баллонов, ацетиленовых аппаратов, карбидных бочек и т.п., а также правил их хранения. 8. Работа лиц, не прошедших обучение и инструктаж по охране труда. |
| 2 | Монтажные работы | <ol style="list-style-type: none"> 1) Неудовлетворительная организация рабочих мест. 2) Отсутствие ограждения опасных зон, переходов, лестниц, трапов. 3) Неправильная эксплуатация лесов и подмостей. 4) Работа неисправным инструментом. 5) Работа без индивидуальных средств защиты и спецодежды. 6) Допуск, к работе лиц, не прошедших обучения по охране труда. |

5. Принципы общей стратегии проектирования АСУ ОТ на основе «человеческого фактора»:

1. Мероприятия по повышению уровня субъективной степени риска (кажущегося).
2. Проектирование объектов с учётом восприятия опасности (опасных мест, зон, узлов, условий и т.д.) с такой же степенью опасности, которая реально существует.
3. Заложение психофизиологических основ в процесс обучения безопасным приёмам выполнения работ (инструктаж) с целью повышения степени субъективной опасности по каждому виду опасностей.
4. Разработка системы психофизиологического тестирования работников с целью выявления субъективной характеристики, на основе которой определять приемлемость либо несовместимость с данным (определённым) видом трудовой деятельности и учетом её при комплектовании трудовых коллективов.

Выводы

Сформулированы принципы построения автоматизированной системы управления охраной труда на предприятии, одним из компонентов которой является непосредственно работник предприятия. Формирование базы данных такой системы должно проводиться с участием организаторов производства, руководителей всех рангов, инженера по охране труда и непосредственно работников предприятия. Разбивка на элементы производственного процесса, оценка их безопасности и уровень вероятности нарушения её должны быть конкретизированы для каждого производства и для каждого участка. С целью повышения эффективности функционирования системы, предложено использование операционального подхода на нижнем этапе ее детализации. Для повышения качества обеспечения безопасности труда средствами АСУ ОТ предлагается включить в нее процедуру самоанализа работника как элемента АСУ ОТ, а также автоматизировать мониторинг психофизиологического состояния работников. Элементами общей стратегии проектирования АСУ ОТ на основе «человеческого фактора» предложены мероприятия, направленные на формирование у работников психофизиологических основ повышения степени субъективной опасности по каждому виду опасностей на рабочем месте. Приведенные принципы можно использовать на этапе проектирования или модернизации автоматизированной системы управления охраной труда на предприятии.

Список использованных источников:

1. Сергеев, С. Ф. Инженерная психология и эргономика: учеб. пособие /С. Ф. Сергеев. – М.: НИИ школьных технологий, 2008. – 176 с.
2. Львов В. М. Эргономика для инженеров / В. М. Львов, П. Я. Шлаен. – Тверь: Изд-во ТвГУ, 2004. – 476 с.
3. Масловський Б. Г. Комп'ютерна система як людино-машинний комплекс /Б. Г. Масловський, В. І. Дровозов // «Комп'ютерні системи та мережні технології» (CSNT-2013): зб. тез доп. VI Міжнар. наук.-техн. конф. – Київ: НАУ, 2013. – С. 87.
4. Солод С. А. Повышение эффективности управления охраной труда на предприятиях машиностроения: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.26.01, 05.13.06 / С. А. Солод : Донской гос. техн. ун-т. – Ростов н/Д, 2010. – 20 с.
5. Беленький В. М. Автоматизированная система управления охраной труда на предприятии [Электронный ресурс] / В. М. Беленький // Технологии техносферной безопасности: Интернет-журн. – 2011. — Вып. № 1 (35). – Режим доступа: <http://ipb.mos.ru/ttb>

6. Ольшевский Н. А. К вопросу об эффективном функционировании систем управления охраной труда и методик анализа рисков производственного травматизма / Н. А. Ольшевский // Молодой ученый. – 2013. – № 4. – С. 83–86.
7. Любимова Н. С. Автоматизированная система управления электромагнитной безопасностью для охраны труда работников предприятия / Н. С. Любимова, Ю. Н. Матвеев // Технические науки – от теории к практике: сб. ст. по материалам XXVII междунар. науч.-практ. конф. — Новосибирск: СибАК, 2013. — № 10 (23), ч. 2. – С. 87–94.
8. Гунченко О. М. Вдосконалення системи управління охороною праці на машинобудівних підприємствах: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.26.01 – Охорона праці / О. М. Гунченко ; Східноукр. нац.ун-т ім. В. Даля. – Луганськ, 2007. – 20с.
9. Сердюк Н. Н. Прогнозирование состояния здоровья человека на производстве / Н. Н. Сердюк // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – 2004. – № 128. – С. 48–52.
10. Moray N. *Ergonomics: Major Writings, The history and scope of human factors* / N. Moray. — London : Taylor & Francis, 2005. — 560 с.

References

1. Sergeev, S 2008, *Inzhenernaya psikhologiya i ergonomika*, NII shkolnykh tekhnologiy, Moskva.
2. Lvov, V & Shlaen, P 2004 *Ergonomika dlya inzhenerov*, TvGU, Tver.
3. Maslovskiy, B & Drovovozov, V 2013, 'Kompiuterna sistema yak liudyno-mashynnyi kompleks', *Zbirnyk tez VI Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii "Kompiuterni systemy ta merezhni tekhnolohii" (CSNT-2013)*, NAU, Kyiv, pp. 87.
4. Solod, S 2010, 'Povyshenie effektivnosti upravleniya okhranoy truda na predpriyatiyakh mashinostroeniya', *Kand.tekh.n. abstract, Donskoy gosudarstvennyy tekhnicheskyy universitet, Rostov-na-Donu*.
5. Belenkiy, V 2011, 'Avtomatizirovannaya sistema upravleniya okhranoy truda na predpriyatii', *Internet-zhurnal "Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti"*, no. 1 (35), <<http://ipb.mos.ru/ttb>>.
6. Olshevskiy, N 2013 'K voprosu ob effektivnom funktsionirovanii sistem upravleniya okhranoy truda i metodik analiza riskov proizvodstvennogo travmatizma', *Molodoy uchenyy*, no. 4, pp. 83-86.
7. Lyubimova, N & Matveev, Yu 2013 'Avtomatizirovannaya sistema upravleniya elektromagnitnoy bezopasnostyu dlya okhrany truda rabotnikov predpriyatiya', *Tekhnicheskie nauki – ot teorii k praktike: sbornik statey po materialam XXVII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, SibAK, Novosibirsk, part II, no. 10 (23), pp. 87-94.
8. Hunchenko, O 2007, 'Vdoskonalennia systemy upravlinnia okhoronoiu pratsi na mashynobudivnykh pidpriemstvakh', *Kand.tekh.n. abstract, Skhidnoukrainskyi natsionalnyi universytet im. V. Dalia, Luhansk*.
9. Serdyuk, N 2004, 'Prognozirovanie sostoyaniya zdorovya cheloveka na proizvodstve', *Avtomatizirovannyye systemy upravleniya i pribory avtomatiki*, no. 128, pp. 48-52.
10. Moray, N 2005, *Ergonomics: The history and scope of human factors*, Taylor & Francis, London.

Стаття надійшла до редакції 28 листопада 2014 р.