

ОБОБЩЕННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА

Решение задачи улучшения условий труда специалистов возможно только путем применения многоуровневой информационно-измерительной системы охраны труда. Предложенная обобщенная модель такой системы является основой для формального описания процессов управления с целью усовершенствования и оптимизации управления охраной труда.

Реализация контроля и прогнозирования условий труда, диктуемая повышением информационной и психологической нагрузки, а также прогнозирование изменений основных параметров относительно уровней безопасности с целью охраны здоровья работающих, обеспечения высокой производительности и для выработки рекомендаций по управлению охраной труда (ОТ) требуют оперативного измерения многочисленных опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ). Для автоматизации управления ОТ ставится задача определения ее отношения к нормативной базе, содержащейся в руководящих документах и вычисления функционалов по оценке биологического воздействия среды технологических процессов на работающих.

Решение таких задач возможно только с помощью многоуровневой информационно-измерительной системы охраны труда (МИИС ОТ).

Структура и организация МИИС ОТ определяются прежде всего структурой предприятия, региона и многоцелевым характером деятельности различных объектов.

Отдельное промышленное предприятие или регион занимает определенную территорию. Количество работающих объектов, на которых постоянно или периодически присутствуют работающие специалисты, исчисляется несколькими десятками, а в некоторых – сотнями. Весьма разнообразны ОВПФ, влияние которых на условия труда приходится учитывать и соответственно оказывать на них определенные воздействия с целью обеспечения нормальной производственной деятельности.

Кибернетическая система, к которой относится МИИС ОТ, включает в себя управляющую и управляемую подсистемы. Управляющая подсистема в свою очередь разделяется на две части: управления и обеспечения.

Методология построения МИИС ОТ включает принципы формирования структур системы и разработки ее обеспечивающей части, а также пути повышения уровня безопасности производственных процессов, т.е. улучшения ОТ.

Под путями повышения уровня безопасности труда (БТ) понимают использование критериев и методов количественной оценки ОТ, математических моделей, алгоритмов для анализа и исследования порождающих неблагоприятное воздействие факторов, которые формируют условия труда. Принципы формирования подсистем базируются на концепции автоматизации управления ОТ, направленной на снижение травматизма и своевременное предупреждение профессиональных заболеваний, аварий и катастроф.

Деятельность специалистов верхнего и среднего уровней управления и связанных с ними ведомственных специалистов по улучшению условий труда представляет собой совокупность связанных взаимными отношениями действий, нацеленных на установление достижимого уровня ОТ. Та часть специалистов, которая распоряжается людскими и материальными ресурсами и осуществляет планирование, координацию, принятие и выдачу реше-

ний по управлению ими, является управляющим органом. Функциональные инженерно-технические службы являются исполнительными органами.

В зонах предприятий, где сосредоточены оборудование, механизмы, техника и располагаются рабочие места специалистов, необходимы управляющие действия, исключаяющие воздействия на человека ОВПФ, которые превышают допустимые значения. Оценку значений ОВПФ необходимо приводить с требуемой периодичностью непосредственно на объекте охраны труда (ООТ).

Основные факторы, формирующие условия труда на объектах предприятия, следующие: температура, скорость перемещения, влажность, чистота (загазованность и запыленность) воздуха рабочей зоны; температура поверхностей оборудования и материалов; шум и вибрация; ионизирующие, неионизирующие излучения; освещение рабочих мест и служебных помещений; уровень статической электризации и отклонения напряжений от номинального уровня в электрических цепях; смещение движущихся объектов от установленных траекторий и др. Кроме перечисленных возможно появление биологических, химических и других факторов. В периоды комбинированного, сочетанного и комплексного их воздействия усиливаются психофизиологические факторы, приводящие к преждевременной усталости, нарушению координации и ритма движений, ненадежности выполнения функциональных обязанностей, появлению ошибок в работе и несчастным случаям. В связи с этим для защиты здоровья работающего персонала необходимо постоянно контролировать уровень основных факторов. Затем следует найти такое оптимальное сочетание воздействующих факторов, чтобы эффект влияния условий среды на условия труда был положительным.

Структурное образование, реализующее мероприятия для стабилизации условий труда, представляет собой систему базисных множеств M_i , которая выполняет множество мероприятий X_i и связанных между собой отношениями действий – множествами отношений (связей) R_i (см. рисунок).

Функциональные мероприятия состоят из подмножеств $x_1 \dots x_{12}$. Содержание и структура системы управления находятся в прямой зависимости от сложности системы, а конкретные обобщенные характеристики могут с той или другой степенью соответствия определить систему. Указанная степень соответствия модели проектируемой системы зависит от степени детализации раскрытия содержания и структуры этой системы. Общую структурную модель системы определяют через упорядоченные мероприятия, направленные на решение задачи улучшения условий труда. Работа как мероприятие, результат которой носит материальный характер, выражается кортежем:

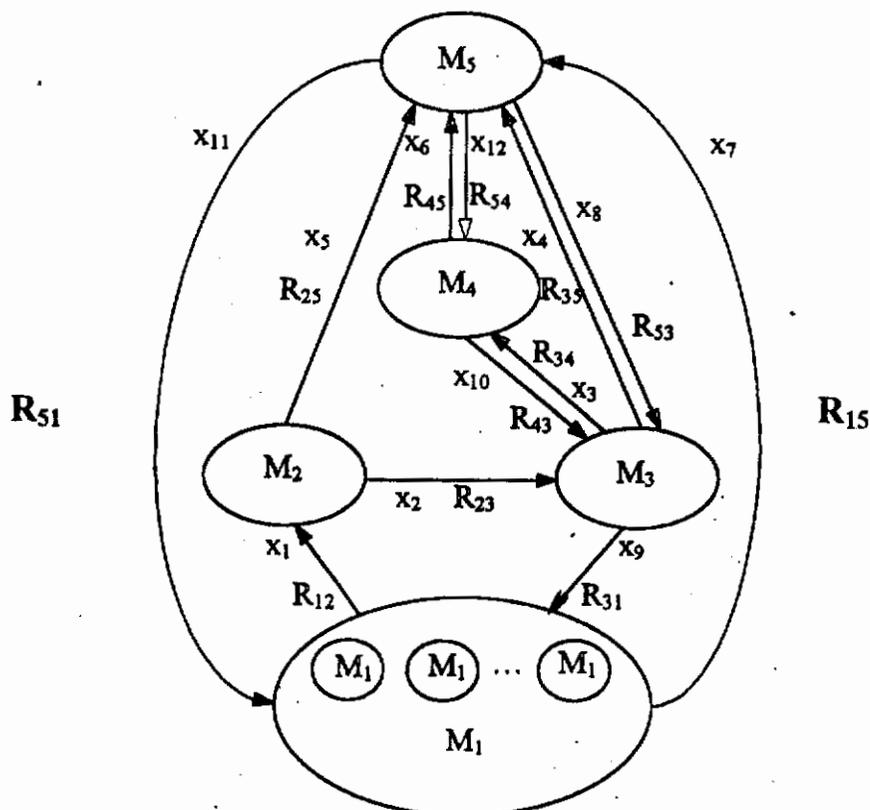
$$x_i = (a_i, b_i, T_i),$$

где i - индекс мероприятия; $a_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots)$ - вектор параметров, характеризующий результат выполнения мероприятий; $b_i = (b_{i1}, b_{i2}, \dots)$ - вектор ресурсов, выделенных для выполнения мероприятия; T_i - время, необходимое для выполнения j -го мероприятия.

Процесс построения СУОТ реального времени сводится к последовательному раскрытию ее содержания a_i, b_i, T_i . Эти три категории неразрывно связаны между собой и их следует рассматривать в единстве.

В рабочих зонах (множества M_1) выполняются мероприятия по автоматическому сбору информационных данных, воздействующих факторов с первичных преобразователей и представления их значений в банк данных службы ОТ (множества M_2), где производится логическое сравнение с величинами, установленными нормативными актами по каждому из воздействующих факторов.

Результаты выполнения мероприятий по сбору контрольных параметров выражаются вектором: $a_1 = (a_{11}, a_{12}, \dots)$, где (a_{11}, a_{12}, \dots) - значения 1-го, 2-го, ... факторов, формирующих условия труда.



Обобщенная модель системы государственного управления охраной труда (СГУОТ):

M_1 – рабочие зоны, представляющие нижний уровень; M_2 – службы ОТ предприятий и M_3 – руководство предприятий, представляющие средний уровень; M_4 – службы ОТ регионов (областей) и M_5 – службы по разработке правовых законодательных актов – верхний уровень.

Множества отношений: R_{12} – сбор информации; R_{23} – представление информации; R_{43} – передача требований и ограничений; R_{35} – предложения на разработку мероприятий, нормативно-руководящих документов; R_{25} – исходные данные для оценок и исследований; R_{15} – представление данных апробации для оценок; R_{45} – предложения требований и ограничений по безопасности труда (БТ); R_{31} – принятие решений и включение исполнительных органов (введение в действие мероприятий); R_{34} – корректировка требований и ограничений по БТ; R_{53} – разработка нормативно-руководящей документации

Вектор ресурсов $b_1 = (b_{11}, b_{12}, \dots)$, где (b_{11}, b_{12}, \dots) – ресурсы, выделенные для выполнения работ по управлению 1-м, 2-м, ... факторами. Время, выделенное для работы: $T_1 = (T_{11}, T_{12}, \dots)$, где (T_{11}, T_{12}, \dots) – время для сбора информации, выработки решения по управлению 1-м, 2-м, ... факторами.

В M_2 центрах (службе ОТ) обработки данных выполняются мероприятия x_2 по формированию исходной (руководящей) информации и подготовке ее для представления в M_3 – лицам и структурам, принимающим решения (ЛПР) по БТ, а также M_5 – управлениям Госнадзорхрантруда, разрабатывающим (утверждающим) государственные мероприятия по ОТ.

В соответствии с терминологией ОТ векторы результатов ресурсов и времени при выполнении мероприятия x_2 записываются в виде:

$$a_2 = (a_{21}, a_{22}, \dots); b_2 = (b_{21}, b_{22}, \dots); T_2 = (T_{21}, T_{22}, \dots).$$

В регионах (областях), министерствах (M_4) выполняются мероприятия x_3 по формированию и предъявлению требований и нормативов ОТ, для принятия решений ЛПР (M_3) и разработки содержания деятельности в иных базисах (M_5). Векторы a_3 , b_3 и T_3 имеют вид аналогичный предыдущим.

Лица, принимающие решения (руководители предприятий), совместно со службой ОТ и другими руководителями структурных подразделений (M_3) выполняют мероприятия x_4 по формированию заданий исполнительным органам и выработке методик (M_5) для улучшения ОТ, которые не могут разработать предприятия, регионы и министерства. По аналогии для этих мероприятий можно записать векторы a_4 , b_4 и T_4 .

В управлениях M_5 реализуются мероприятия x_8 по разработке предложений и указаний для подачи их в (M_3) ЛПР. При выполнении этих мероприятий используются данные информационных массивов норм и ограничений, а также данные по их апробации, для подготовки и подачи которых выполняются мероприятия x_5 , x_6 и x_7 .

Мероприятия x_9 заключаются в принятии решений о вводе в действие предложений (передача исполнительным органам), отвечающих требованиям улучшения условий труда.

Мероприятия x_{10} предназначены для формирования, уточнения (по обратным связям) и обновления требований и норм по ОТ.

Следовательно, множество мероприятий СГУОТ можно представить в виде подмножеств:

$$\begin{aligned}x_1 &= (a_{11}, a_{12}, \dots, b_{11}, b_{12}, \dots, T_{11}, T_{12}, \dots); \\x_2 &= (a_{21}, a_{22}, \dots, b_{21}, b_{22}, \dots, T_{21}, T_{22}, \dots); \\x_{10} &= (a_{101}, a_{102}, \dots, b_{101}, b_{102}, \dots, T_{101}, T_{102}, \dots).\end{aligned}$$

Все отношения в СГУОТ предназначены для выполнения мероприятий, предписанных подструктурам системы управления и выражают состояние соответствующих работ. Бинарные отношения между базисными множествами записываются так: $M_1R_{12}M_2$; $M_2R_{23}M_3$; $M_4M_{43}M_3$; $M_3P_{35}M_5$; $M_2R_{25}M_5$; $M_4R_{45}M_5$; $M_1R_{15}M_5$; $M_5R_{53}M_3$; $M_3R_{31}M_1$; $M_3R_{34}M_4$; $M_5R_{51}M_1$; $M_5R_{54}M_4$.

Данную операцию полностью характеризует с точки зрения последовательности выполнения работ следующее множество отношений:

$$R = \{(M_1, M_2), (M_2, M_3), (M_4, M_5), (M_3, M_5), (M_2, M_5), (M_4, M_3), (M_1, M_5), (M_5, M_3), (M_3, M_1), (M_3, M_4), (M_5, M_1), (M_5, M_4)\}$$

отношение R можно представить в виде матрицы:

	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
M_1	0	0	1	0	1
M_2	1	0	0	0	0
M_3	0	1	0	1	1
M_4	0	0	1	0	1
M_5	1	1	1	1	0

Сечения бинарных отношений по элементам столбцов матрицы характеризуют объемы работ, выполняемые подструктурами базисных множеств:

$$M_4 M_5 \begin{bmatrix} M_1 & M_2 & M_3 \\ [x_1 x_7] & [x_2 x_5] & [x_3 x_4 x_9] & [x_6 x_{10}] & [x_8 x_{11} x_{12}] \end{bmatrix}.$$

Сечения бинарных отношений по элементам строк матрицы характеризуют работы, выполняемые для решения задач подструктурами базисных множеств.

$$\begin{bmatrix} M_1 & M_2 & M_3 & M_4 & M_5 \\ [x_9] & [x_1] & [x_2 x_8 x_{10}] & [x_3 x_{12}] & [x_4 x_5 x_6 x_7] \end{bmatrix}.$$

Такие сечения можно, в зависимости от постановки задачи, выполнять для оценки результатов работы a_i , когда требуется проанализировать объекты информации по каждому фактору или проведенных мероприятий; качества деятельности подструктур, обязанных обеспечивать нормальные условия труда; ресурсов b_i , когда производится определение затрат на выполнение требований ОТ, и для T_i , когда оценивается своевременность выполнения мероприятий. Математической моделью СГУОТ является кортеж $S = (M_i, R_j)$, где $i = 1, 2, 3, 4, 5; j = 12, 15, 23, 25, 31, 34, 35, 43, 45, 51, 53, 54$.

Математическую модель можно построить в том случае, когда часть подсистем (структур) описываются формально - аналитически, а другая часть представляется в виде имитационной модели.

Предложенная обобщенная модель является основой для формального описания процессов управления с целью совершенствования и оптимизации управления ОТ. В самом деле, в пределах одного предприятия такая система позволит с помощью специальных рецепторов собирать информацию об условиях на рабочих местах (M_i), выделять из этой информации ту ее часть, которая наиболее динамична и может вызывать опасения о переходе условий труда в разряд неблагоприятных, передавать эту информацию в сжатом, обработанном виде в структурные подразделения более высокого ранга (M_i , при $i \geq 2$). В этих структурных подразделениях составляется интегральная оценка состояния условий труда на предприятии в целом, находится связь этих условий с состоянием технологических процессов, выявляются источники неблагоприятного влияния на изменения факторов условий труда. На самом верхнем (иерархически) уровне устанавливаются причинно-следственные связи и принимаются решения о коррекции технологических процессов, об управляющих воздействиях на факторы, которые определяют условия труда на рабочих местах.

Если замкнуть эту цепь целью обратной связи, как показано на рисунке, то можно активно добиваться создания комфортных условий труда. Естественно, что применительно к конкретным условиям применения разработанной модели необходима детализация всех связей, выработка четких алгоритмов обработки информации и разработка организационных и технических средств воздействия на факторы, влияющие на условия труда, при обеспечении необходимой интенсивности протекания технологических процессов. Такая конкретизация возможна при аналитическом описании связей между технологическими процессами и условиями труда.

Список литературы

1. Ткачук С., Ткачук К., Ревук А., Кружилко О. Методологические основы определения критериев оценки условий труда // Охрана труда, 1997. - №8. - С. 34-39.
2. Березина Л.Ю. Графы и их применение. -М: Просвещение, 1979. - 143 с.



Олексій Григорович Ревук: (1934) закінчив Київський Державний Університет ім. Т.Г. Шевченка в 1963 році за фахом радіофізик (квантова електроніка) – інженер-дослідник. Воктор технічних наук професор кафедри охорони праці та навколишнього середовища Київського міжнародного університету цивільної авіації. Профіль наукового напрямку – розвиток системи управління охороною праці на засадах математичного моделювання, обчислювальної техніки та моніторингу.

Alexej G. Revuk (1931) graduated from Shevtchenko Kyiv State University (1963) in speciality radiophysist-engineer-researcher. DSc (Eng), professor of labour and environment protection Department of Kyiv International University of Civil Aviation. Author of more than 150 scientific works. Main scientific profile – development of management system, of occupational safety on a basis of mathematical modeling, computations and monitoring.

Вадим Дмитрович Гулевець (1961) закінчив Київський інститут інженерів цивільної авіації в 1983 році. Кандидат технічних наук доцент кафедри охорони праці та навколишнього середовища Київського інституту інженерів цивільної авіації, заступник декана факультету авіаційної наземної техніки. Має більше 30 наукових праць. Профіль наукового напрямку – інтелектуалізація та ефективність управління охороною праці в умовах технічної експлуатації складних динамічних систем.



Vadim D. Gulevets (b. 1961) graduated from Kyiv Institute of Civil Aviation Engineers (1983), PhD (Eng), ass. professor of labour and environment protection Department of Kyiv International University of Civil Aviation, deputy-dean of airportfacilities Department. Author of more than 30 publications. Main scientific directions – intellectualization and efficiency of occupational safety management at technical maintenance of complex dynamic systems.