

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УСЛОВИЙ ТРУДА

*Алекина Е.В., кандидат химических наук, доцент,
Воропаева Л.В., старший преподаватель,
Мельникова Д.А., кандидат технических наук, доцент,
Самарский государственный технический университет*

Аннотация: в работе проведен анализ социально-экономического понятия «условия труда», включающее компонентные составляющие: социально-экономическая, технико-организационная и естественно-природная. Построена модель для оценки состояния условий труда включающая показатели, которые разделены на три группы, зависящие от состояния человека, определяемые надежностью оборудования, определяемые организацией производства и санитарно-гигиеническими условиями с целью упрощения последние две группы объединены в одну общую. Роль условий труда в обеспечении безопасности является весомой и определяется уравниванием компонентного взаимодействия, а также оценкой системы «человек (ЧФ) – надежность оборудования и техническая оснащенность (ТО) – организация производства и санитарно-гигиенические условия труда (ОС)». Построенная модель может применяться при обеспечении безопасности на предприятии и планировании мероприятий по улучшению условий труда.

Ключевые слова: условия труда, модель, опасная ситуация, действия персонала, травмоопасность

Условия труда являются важным социально-экономическим аспектом обеспечения безопасности и повышения эффективности труда [1]. По мере развития общества и экономики вопросы безопасности начинают занимать лидирующие позиции в рейтинге целей и зад крупных производственных предприятий [2]. В связи с этим понятие «условия труда» начинает включать в себя все больше составляющих и становится много-

гранным поэтому есть необходимость в его уточнении и моделировании. Понятия условия труда давно вышло за пределы санитарно-гигиенических условий и включает в себя социально-экономических, технико-организационных и естественно-природных факторов.

Содержание компонентной составляющей условий труда представлено в табл. 1.

Таблица 1

Составляющая понятия условия труда	Компонент
социально-экономические	нормативное и законодательное государственное регулирование социально-экономических и производственных условий труда
	психологический климат в производственных коллективах, эффективность применяемых льгот и компенсаций за работы в неблагоприятном воздействии на работающих
	общественное воздействие на работающих (мотивация)
технико-организационные	производственные здания и сооружения, в том числе различные санитарно-технические и санитарно-бытовые устройства, технологическое оборудование, инструменты, приспособления, в том числе средства, обеспечивающие техническую безопасность труда, и др.
	предметы труда и его продукт (сырье, материалы, заготовки, полуфабрикаты, готовые изделия)
	технологические процессы (физические, механические, химические и биологические воздействия на обрабатываемые предметы труда, способы их транспортировки и хранения и т.д.)
	организация производства, труда и управления
естественно-природные	физиологические основы жизнедеятельности человека, состояние природной окружающей среды и т.д.

Взаимосвязь и уравновешенность этих факторов определяет степень удовлетворенности работающего человека и благоприятности условий

труда. Соотношение каждого фактора в уравновешенном состоянии представлено на рис. 1.

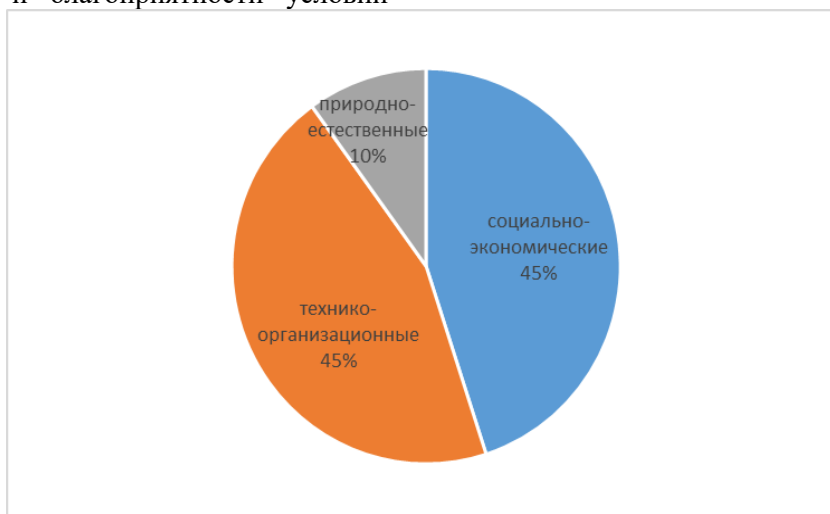


Рис. 1. Соотношение составляющих условий труда в уравновешенном состоянии

Уравновешенное соотношение компонентных составляющих условий труда является только частью общего моделирования и управления их состоянием. Для более детальной оценки безопасности необходимо учитывать дополнительные показатели, которые разделены на три группы, зависящие от состояния человека, определяемые надежностью оборудования, определяемые организацией производства и санитарно-гигиеническими условиями с целью упрощения последние две группы объединены в одну общую [3, 4].

Модель для оценки состояния условий труда включает показатели, разделённые на четыре группы, зависящие от состояния человека, человеческого фактора (ЧФ), определяемые надежностью оборудования и технической оснащённостью (ТО), определяемые организацией производства и санитарно-гигиеническими условиями труда. С целью упрощения последние две группы объединены в одну общую – окружающая среда (ОС).

Если за единицу принять вероятность появления опасности P , при котором происходит авария или случается несчастный случай, то опасные или вредные условия могут изменяться в пределах от 0 до 1

$$0 \leq P(\text{ЧФ}, \text{ТО}, \text{ОС}) < 1, \quad (1)$$

Вероятность $P(\text{ЧФ}) = 0$ – человек работает без-ошибочно, вероятность $0 < P(\text{ЧФ}) < 1$ – когда человек совершает неадекватные действия в условиях, создаваемых оборудованием и средой (ОС).

Вероятность $P(\text{ТО}) = 0$ соответствует отсутствию вероятности появления опасности, которая может создаваться технологическим оснащением, что имеет место при нормальном его функционировании. При выходе из строя элементов или полном отказе вероятность повышается. Однако, отказ ТО или его части не всегда приводит показатели условий труда к вероятности появления опасности равной единице.

Вероятность $P(\text{ОС}) = 0$ соответствует таким параметрам среды и организационным характеристикам деятельности, которые не оказывают нежелательных воздействий на надежность оборудования и работоспособность человека. Вероятность $P(\text{ОС}) = 1$ соответствует параметрам рабочей среды и такому уровню организационных характеристик на деятельность человека, которых с одной стороны недопустимо или действие которых на ТО заставит ее стремиться к вероятности возникновения опасности равной единице.

Графически выраженные (рис. 2) условия труда – это пространство, ограниченное плоскостями (ТО,УФ), (ТО,ОС), и (УФ,ОС) и поверхностью ими формируемой.

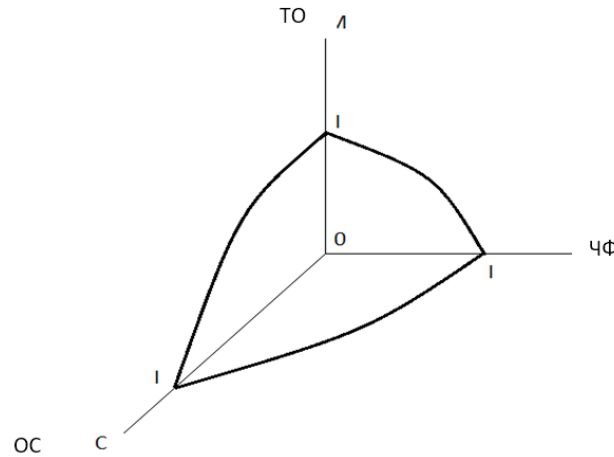


Рис. 2. Графическое отображение модели условий труда

Вероятность появления опасности достигнет критического уровня в том случае, если все параметры условий труда достигнут критических уровней

$$P_{кр}(\Pi_k) + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^n P'_{кр}(\Pi_k) * \Pi_{кри} \{ \Pi_k \}. \quad (2)$$

Если допустить, что опасный фактор обладает одним параметром, то

$$P(\Pi) = kX, \quad (3)$$

где k – весовой коэффициент действия фактора; X – его параметр.

Тогда

$$P_{кри} \{ \Pi_k \} = k_i X_i + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^n k_k X_k. \quad (4)$$

Матрица критических уровней по вероятности проявления опасности по каждому параметру условий труда

$$M = \begin{pmatrix} k_{11} X_1 & k_{12} X_2 & \dots & k_{1n} X_n \\ k_{21} X_1 & k_{22} X_2 & \dots & k_{2n} X_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ k_{n1} X_1 & k_{n2} X_2 & \dots & k_{nm} X_n \end{pmatrix}, \quad (5)$$

где X – параметр;

k_{ij} – весовой коэффициент действия i -го параметра по отношению к j -му;

k_{ji} – весовой коэффициент действия j -го параметра по отношению к человеку.

Вероятность появления опасности зависит от состояния защитных факторов, т.е. (5) будет выглядеть

$$P(\Phi_i) = K'_i (1 - K''_i) X_i = K_i X_i, \quad (6)$$

где K'_i – весовой коэффициент действия опасного

фактора;

K''_i – весовой коэффициент действия защитного фактора;

K_i – результирующий весовой коэффициент действия фактора.

Уровень защитного фактора от возникновения опасности будет

$$P(\Phi_i) = K''_i X_i, \quad (7)$$

а матрица критических уровней

$$M = \begin{pmatrix} K'_{11} (1 - K''_1) X_1 & K'_{12} (1 - K''_2) X_2 & \dots & K'_{1n} (1 - K''_n) X_n \\ K'_{21} (1 - K''_1) X_1 & K'_{22} (1 - K''_2) X_2 & \dots & K'_{2n} (1 - K''_n) X_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ K'_{n1} (1 - K''_1) X_1 & K'_{n2} (1 - K''_2) X_2 & \dots & K'_{nm} (1 - K''_n) X_n \end{pmatrix} \quad (8)$$

Вероятности возникновения опасности при условии, что в системе условий труда присутствует фактор, определяемый совокупностью $P\{\Pi_i\}$ и действием человека $\Delta P\{\Pi_i\}$, которое является ее подмножеством, будет

$$P(D) = \frac{P\{\Pi_i\} + \Delta P\{\Pi_i\}}{P_{кр}\{\Pi_i\}} \quad (9)$$

$$M = \begin{pmatrix} K'_{11}(1-K_1'')X_1 & K'_{12}(1-K_2'')X_2 & \dots & K'_{1n}(1-K_n'')X_n \\ K'_{21}(1-K_1'')X_1 & K'_{22}(1-K_2'')X_2 & \dots & K'_{2n}(1-K_n'')X_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ K'_{m1}(1-K_1'')X_1 & K'_{m2}(1-K_2'')X_2 & \dots & K'_{mn}(1-K_n'')X_n \end{pmatrix} \quad (11)$$

Однако, авария или несчастный случай определяется не только уровнем, но и вероятностью их появления:

$$P(a_{ji}) = P(a'_{ji} \cdot a''_{ji}), \quad (12)$$

если достижение уровня i -го фактора до защиты величины $K'_{ji}X_i$ есть событие a'_{ji} , а уровень защиты от i -го фактора, равный $K''_{ji}X_i$, есть событие a''_{ji} .

Элементы i -го столбца матрицы (11) характеризуют уровень, который принимает i -й фактор в процессе функционирования i -го элемента технологического оборудования. Опасность будет характеризоваться набором вероятностей P_{ji} того, что уровень i -го фактора достигнет величины, соответствующей элементу j -й строки и i -го столбца матрицы. Степень опасности машины в целом по i -му фактору будет оцениваться вероятностью того, что уровни всех факторов достигнут или превысят значения элементов j -й строки. Если достижение уровня i -го фактора величины элемента i -го столбца и j -й строки есть событие a_{ji} , то опасность будет оцениваться вероятностью того, произойдут одновременно следующие события:

$$a_{j,1}; a_{j,2}; \dots; a_{j,n}.$$

Вероятность создания машиной опасной ситуации будет:

$$M = \begin{pmatrix} K'_{11}(1-K_1'')X_1 & K'_{12}(1-K_2'')X_2 & \dots & K'_{1n}(1-K_n'')X_n \\ K'_{21}(1-K_1'')X_1 & K'_{22}(1-K_2'')X_2 & \dots & K'_{2n}(1-K_n'')X_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ K'_{m1}(1-K_1'')X_1 & K'_{m2}(1-K_2'')X_2 & \dots & K'_{mn}(1-K_n'')X_n \end{pmatrix} \quad (16)$$

Из выражения (2.13) вытекает, что отсутствие действия также имеет свой уровень вероятности появления опасности

$$P(D_0) = \frac{P\{\Pi_i\}}{P_{кр}\{\Pi_i\}} \quad (10)$$

Взаимовлияние всех параметров по аналогии (8) может характеризоваться матрицей

$$P(OC) = P \left[\sum_{j=1}^n (a_{j,1} \cdot a_{j,2} \cdot \dots \cdot a_{j,n}) \right] \quad (13)$$

Уровень опасности при условии, что в системе человеческого фактора (ЧФ) - (ТО) - (ОС) присутствует опасный производственный фактор, определяемый совокупностью $Y\{\Phi_i\}$ и действием человека $\Delta Y\{\Phi_i\}$, которое является ее подмножеством, будет:

$$Y(D) = \frac{Y\{\Phi_i\} + \Delta Y\{\Phi_i\}}{Y_{кр}\{\Phi_i\}} \quad (14)$$

Из выражения (14) вытекает, что отсутствие всякого действия также имеет свой уровень опасности:

$$Y(D_0) = \frac{Y\{\Phi_i\}}{Y_{кр}\{\Phi_i\}} \quad (15)$$

Опасные действия человека тоже являются фактором, приводящим к травмоопасной ситуации [5, 6] и должны учитываться в модели формирования безопасных условий труда. Эти факторы имеют организационный характер.

К защитным факторам относятся технические защитные устройства для обеспечения безопасности [7]. Взаимодействие всех факторов представлено на рис. 2 и по аналогии с (11) может быть записано в матричном виде:

Структурная модель формирования и улучшения условий труда которые позволят обеспечить безопасность на предприятии и повысить эффективность труда приведена на рис. 3.

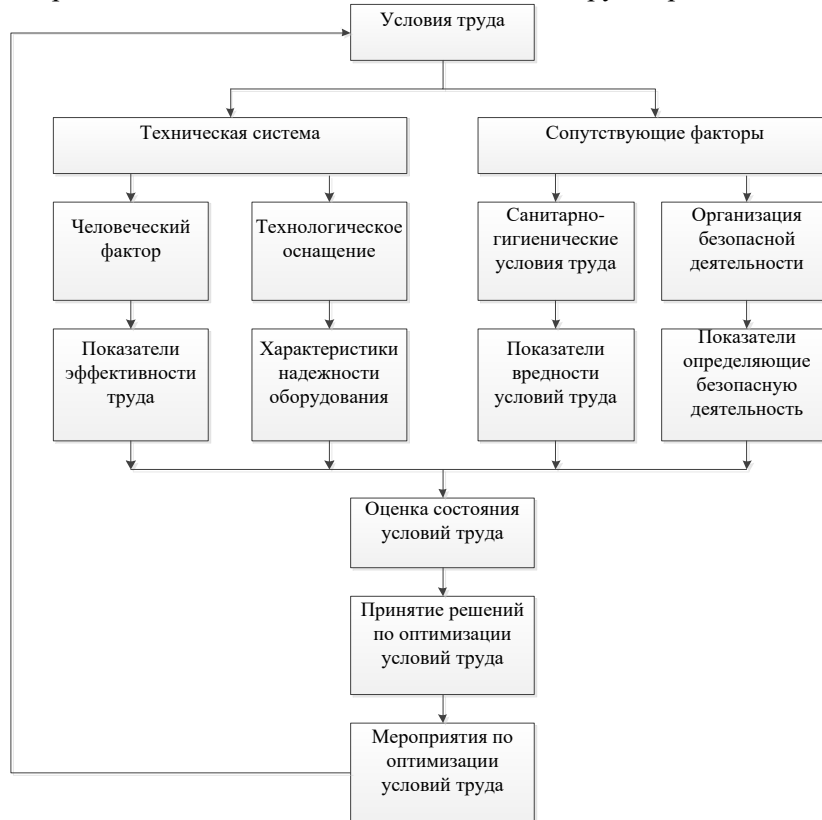


Рис. 3. Структурная модель формирования условий труда

Таким образом модель условий труда и их роль в обеспечении безопасности труда является весомой и определяется уравниванием компонентного взаимодействия, а также оценкой системы «человек (ЧФ) – надежность оборудования и техническая оснащенность (ТО) – организация

производства и санитарно-гигиенические условия труда (ОС)». Построенная модель может применяться при обеспечении безопасности на предприятии и планировании мероприятий по улучшению условий труда.

Литература

1. Макушин В.Г. Совершенствование условий труда на предприятиях: (Социально-экономические проблемы). М: Экономика, 1981. 216 с.
2. Алекина Е.В., Яговкин Г.Н., Мельникова Д.А. Модель оценки надежности системы «Оборудование персонала» // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. Т. 17. №1. С 87 – 88.
3. Классификация факторов, воздействующих на формирование условий труда (методические рекомендации). М: НИИ Труда. 1977. С. 12.
4. Губанов О.Г., Яговкин Г.Н. Детерминированные системы степени опасности «Человек – Машина – Среда». Проблемы охраны труда // Тезисы докладов IV Всесоюзной межвузовской конференции. КПИ, Каунас, 1982. С. 14 – 15.
5. Алекина Е.В. Мельникова Д.А., Яговкин Г.Н. Теоретические основы формирования интегративной системы управления безопасностью производства: Монография / Под общ. ред. Г.Н. Яговкина. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2018. 281 с.
6. Елин А.М. Трансформация социально-трудовых отношений: правовые организационные и научно-методические принципы и процедуры охраны труда: Монография. М. Де'Либри, 2018. 534 с.
7. Жилин О.И. Организационные основы охраны труда: учебно-справочное пособие. М.: 2011. 204 с.
8. Елин А.М., Карнаух М.Н. Безопасность рабочего места – гарантия сохранения жизни и здоровья персонала // Охрана и экономика труда. 2018. №2 (31). С 61 – 68.

References

1. Makushin V.G. *Sovershenstvovanie uslovij truda na predpriyatiyah: (Social'no-ekonomicheskie problemy)*. M: Ekonomika, 1981. 216 s.
2. Alekina E.V., YAgovkin G.N., Mel'nikova D.A. *Model' ocenki nadezhnosti sistemy «Oborudo-vanie person-ala» // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN. 2015. T. 17. №1. S 87 – 88.*
3. *Klassifikaciya faktorov, vozdejstvuyushchih na formirovanie uslovij truda (metodicheskie rekomendacii)*. M: NII Truda. 1977. S. 12.
4. Gubanov O.G., YAgovkin G.N. *Determinirovannye sistemy stepeni opasnosti «CHelovek – Ma-shina – Sre-da»*. *Problemy ohrany truda // Tezisy dokladov IV Vsesoyuznoj mezhvuzovskoj konferen-cii. KPI, Kaunas, 1982. S. 14 – 15.*
5. Alekina E.V. Mel'nikova D.A., YAgovkin G.N. *Teoreticheskie osnovy formirovaniya integrativ-noj sistemy up-ravleniya bezopasnost'yu proizvodstva: Monografiya / Pod obshch. red. G.N. YAgovkina. Samara: Samar. gos. tekhn. un-t, 2018. 281 s.*
6. Elin A.M. *Transformaciya social'no-trudovyh odnoshenij: pravovye organizacionnye i nauch-no-metodicheskie principy i procedury ohrany truda: Monografiya. M. De 'Libri, 2018. 534 s.*
7. ZHilin O.I. *Organizacionnye osnovy ohrany truda: uchebno-spravochnoe posobie. M.: 2011. 204 s.*
8. Elin A.M., Karnauh M.N. *Bezopasnost' rabocheho mesta – garantiya sohraneniya zhizni i zdoro-v'ya person-ala // Ohrana i ekonomika truda. 2018. №2 (31). S 61 – 68.*

SOCIO-ECONOMIC MODEL OF WORKING CONDITIONS

*Alekina E.V., Candidate of Chemical Sciences (Ph.D.), Associate Professor,
Voropaeva L.V., Senior Lecturer,
Melnikova D.A., Candidate of Engineering Sciences (Ph.D.), Associate professor,
Samara State Technical University*

Abstract: the paper analyzes the socio-economic concept of "working conditions", which includes component parts: socio-economic, technical and organizational, and natural resources. A model for assessing the state of working conditions is developed, which includes indicators that are divided into three groups, depending on the state of the person, determined by the reliability of equipment, determined by the organization of production and sanitary conditions in order to simplify the last two groups are combined into one general.

The role of working conditions in ensuring safety is significant and is determined by balancing the component interaction, as well as the assessment of the system " man (BS) - reliability of equipment and technical equipment (TE) – organization of production and sanitary and hygienic working conditions (OS)". The built model can be applied in ensuring safety at the enterprise and planning measures to improve working conditions.

Keywords: working conditions, model, hazardous situation, personnel actions, injury hazard