

УДК 331.45

DOI 10.23947/2541-9129-2018-3-4-44-51

## ПОСТРОЕНИЕ УНИФИЦИРОВАННОЙ ЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОРАЖЕНИЯ РАБОТНИКА ПРИ ДЕЙСТВИИ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕХА

*Ю. В. Есипов, И. Н. Лоскутникова,  
А. И. Гнатко*

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

[yu-yesipov5@yandex.ru](mailto:yu-yesipov5@yandex.ru);  
[Lvica.inna@yandex.ru](mailto:Lvica.inna@yandex.ru);  
[gnatko.alexand@mail.ru](mailto:gnatko.alexand@mail.ru)

На основе анализа рассматриваемой системы «объект — факторы — защита — работник» составлена лингвистическая модель происшествия. Установлено соответствие описанных происшествий опасностям, представленным в «Типовом положении о системе управления охраной труда (СУОТ)». Построена достоверная логическая модель происшествия с учетом статистически определенных вероятностей возникновения его предпосылок. Рассмотрены параметры восприимчивости человека и критерии превышения, характеризующие вершинные исходы. Путем преобразования логической модели происшествия в возможностную форму была произведена оценка и получены значения возможностной меры реализации вершинных исходов.

**Ключевые слова:** деревообрабатывающий цех, лингвистическая модель, вершинный исход, СУОТ, логическая модель

**Введение.** Деревообрабатывающий цех имеет столярное отделение, в котором имеются станки, позволяющие осуществлять распиловку, стружку со всех сторон и на угол, шлифовку. Технологический процесс состоит из следующих этапов: поступление пиломатериала на прирезной станок; распиловка; поступление пиломатериала на фуговальный станок; снятие стружки; шлифовка; получение готового изделия. Целью данной работы является определение

UDC 614.87

DOI 10.23947/2541-9129-2018-3-4-44-51

## DEVELOPING A UNIFIED LOGICAL MODEL OF WORKERS' UNJURIES UNDER THE INFLUENCE OF WOODSHOP NEGATIVE FACTORS

*Yu. V. Esipov, I. N. Loskutnikova,  
A. I. Gnatko*

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

[yu-yesipov5@yandex.ru](mailto:yu-yesipov5@yandex.ru);  
[Lvica.inna@yandex.ru](mailto:Lvica.inna@yandex.ru);  
[gnatko.alexand@mail.ru](mailto:gnatko.alexand@mail.ru)

A linguistic model of accidents is developed on the basis of the analysis of the system "object — factors — protection — worker". The paper determines the correspondence between the described accidents and the dangers presented in "Model Regulations on Occupational Health and Safety Management System (OHSAS)". The authors have built an accurate logical model of accidents given statistically defined probability of occurrence of their preconditions. The paper describes susceptibility parameters of a person and excess criteria that characterize apical outcomes. By conversion of a logical model of accidents in its probabilistic form the estimation was made and the values of the possible measure of apical outcomes implementation were obtained.

**Keywords:** woodshop, linguistic model, apical outcome, OHSAS, logical model.

**Introduction.** A woodshop has carpenter's shop in which there are machines allowing to saw up, to plane in all directions and on a corner, to grind. The technological process consists of the following stages: receipt of lumber on the cutting machine; sawing; receipt of lumber on the jointing machine; removal of chips; grinding; obtaining the finished product. The aim of

ние возможностной меры таких происшествий как порез пальца, повреждение глаза и пневмокониоз работника [1].

В столярном отделении деревообрабатывающего цеха имеются следующие вредные и опасные факторы:

- повышенная запыленность воздуха рабочей зоны;
- подвижные части производственного оборудования;
- передвигающиеся изделия, заготовки, материалы [2].

С учетом данных факторов была составлена лингвистическая модель происшествия.

this work is to determine the possible measure of such accidents as finger cut, eye damage and pneumoconiosis of an employee [1].

In a carpenter's shop of a woodshop there are the following harmful and dangerous factors:

- excessive dust in the air of working zone;
- moving parts of production equipment;
- moving products, workpieces, materials [2].

Taking into account these factors, a linguistic model of an accident was drawn up.



Рис. 1. Лингвистическая модель происшествия

Fig. 1. Linguistic model of an accident

При распиловке пиломатериала при отсутствии средств коллективной защиты рабочий может получить глубокий порез пальца. Кроме того, при обработке пиломатериала на фуговальном станке образуется стружка, которая может попасть в область лица. Кроме этого, при шлифовании образуется мелкодисперсная пыль, которая при попадании в дыхательные пути вызывает раздражение и может привести к профзаболеваниям.

When sawing lumber in the absence of collective protection equipment a worker can get a deep finger cut. In addition, during the processing of lumber in planer there are chips, which may get near the face. In addition, when grinding there is fine dust, which in contact with the respiratory tract causes irritation and can lead to occupational diseases.

According to the "Model Regulations on Oc-

Согласно «Типовому положению о системе управления охраной труда (СУОТ)», в качестве опасностей, представляющих угрозу жизни и здоровью работника, выбираем следующие вершинные исходы:

исход от разрезания, отрезания от воздействия острых кромок при контакте с незащищенными участками тела;

исход от воздействия механического упругого элемента;

исход повреждения органов дыхания частицами пыли [3].

**Логическая модель происшествия.** Несчастный случай и профессиональное заболевание:  $Y = y_1 \vee y_2 \vee y_3$  [4-5]

Вершинный исход 1.

$$y_1 = (x_{11} \vee x_{12}) \wedge x_{13}, \quad (1)$$

где  $x_{11}$  — отсутствие СИЗ;

$x_{12}$  — отсутствие СКЗ (ограждение);

$x_{13} = \tau > \text{ПДУ}_1$  — условие при котором произойдет глубокий порез при превышении предельно-допустимого уровня ПДУ<sub>1</sub> напряжения на срез  $\tau$ ,  $x_{13} = 1$ .

Вершинный исход 2.

$$y_2 = x_{21} \wedge x_{22}, \quad (2)$$

где  $x_{21}$  — отсутствие СИЗ (защитные очки);

$x_{22} = P > \text{ПДУ}_2$  — условие поражения глаза стружкой, которое происходит при превышении предельно-допустимого уровня ПДУ<sub>2</sub> импульсного давления  $P$ ,  $x_{22} = 1$ .

Вершинный исход 3.

$$y_2 = (x_{31} \vee x_{32}) \wedge x_{33}, \quad (3)$$

где  $x_{31}$  — отсутствие СИЗ (респиратор);

$x_{32}$  — отсутствие СКЗ (кожух);

$x_{33} = n > \text{ПДК}_1$  — условием получения работником профзаболевания будет превышение предельно-допустимой концентрации ПДК<sub>1</sub> вредного вещества  $n$  и длительность воздействия,  $x_{33} = 1$  [6].

cupational Health and Safety Management System (OHSAS)", the following apical outcomes are chosen as hazards that pose a threat to life and health of an employee:

outcome from cutting, cutting off from the impact of sharp edges in contact with unprotected areas of a body;

outcome from a mechanical elastic element;

outcome from respiratory injury by dust particles [3].

**Logical model of an accident.** Accident and occupational disease:  $Y = y_1 \vee y_2 \vee y_3$  [4-5]

Apical outcome 1.

$$y_1 = (x_{11} \vee x_{12}) \wedge x_{13}, \quad (1)$$

where  $x_{11}$  — absence of PPE;

$x_{12}$  — absence of CPE (screen);

$x_{13} = \tau > \text{ПДУ}_1$  — the condition in which there happens a deep cut when exceeding the maximum permissible level MPL<sub>1</sub> of pressure on the cut  $\tau$ ,  $x_{13} = 1$

Apical outcome 2.

$$y_2 = x_{21} \wedge x_{22}, \quad (2)$$

where  $x_{21}$  — absence of PPE (safety glasses);

$x_{22} = P > \text{ПДУ}_2$  — the condition of eye damage by chips, which occurs when exceeding the maximum permissible level MPL<sub>2</sub> of pulse pressure  $P$ ,  $x_{22} = 1$ .

Apical outcome 3.

$$y_2 = (x_{31} \vee x_{32}) \wedge x_{33}, \quad (3)$$

where  $x_{31}$  — absence of PPE (respirator);

$x_{32}$  — absence of CPE (cover);

$x_{33} = n > \text{ПДК}_1$  — the condition for obtaining occupational disease by an employee when exceeding the maximum permissible concentration MPC<sub>1</sub> of the harmful substance  $n$  and the duration of exposure,  $x_{33} = 1$  [6].

**Преобразование логической модели в нечеткую (возможностную) модель.**

Вершинный исход 1.

$$Pos(y_1 = 1) = \min(\max(\pi_{x_{11}}; \pi_{x_{12}}); \pi_{x_{13}}), \quad (4)$$

где  $\pi_{x_{13}} = Pos(\tau > \Pi\Delta Y_1)$ .

Вершинный исход 2.

$$Pos(y_2 = 1) = \min(\pi_{x_{21}}; \pi_{x_{22}}), \quad (5)$$

где  $\pi_{x_{22}} = Pos(P > \Pi\Delta Y_2)$ .

Вершинный исход 3.

$$Pos(y_3 = 1) = \min(\max(\pi_{x_{31}}; \pi_{x_{32}}); \pi_{x_{33}}), \quad (6)$$

где  $\pi_{x_{33}} = Pos(n > \Pi\Delta K_1)$ .

Возможностная мера реализации вершинных исходов:

$$Pos = \max(\min(\max(\pi_{x_{11}}; \pi_{x_{12}}); \pi_{x_{13}}); (7) \\ \min(\pi_{x_{21}}; \pi_{x_{22}}); \min(\max(\pi_{x_{31}}; \pi_{x_{32}}); \pi_{x_{33}}).$$

**Transformation of a logical model into a fuzzy (possibilistic) model.**

Apical outcome 1.

$$Pos(y_1 = 1) = \min(\max(\pi_{x_{11}}; \pi_{x_{12}}); \pi_{x_{13}}), \quad (4)$$

where  $\pi_{x_{13}} = Pos(\tau > \Pi\Delta Y_1)$ .

Apical outcome 2.

$$Pos(y_2 = 1) = \min(\pi_{x_{21}}; \pi_{x_{22}}), \quad (5)$$

where  $\pi_{x_{22}} = Pos(P > \Pi\Delta Y_2)$ .

Apical outcome 3.

$$Pos(y_3 = 1) = \min(\max(\pi_{x_{31}}; \pi_{x_{32}}); \pi_{x_{33}}), \quad (6)$$

where  $\pi_{x_{33}} = Pos(n > \Pi\Delta K_1)$ .

Possible measure of the implementation of apical outcomes:

$$Pos = \max(\min(\max(\pi_{x_{11}}; \pi_{x_{12}}); \pi_{x_{13}}); (7) \\ \min(\pi_{x_{21}}; \pi_{x_{22}}); \min(\max(\pi_{x_{31}}; \pi_{x_{32}}); \pi_{x_{33}}).$$

Таблица 1  
Table 1

Параметры восприимчивости человека и критерии превышения, характеризующие вершинные исходы

*Susceptibility parameters of a person and excess criteria characterizing apical outcomes*

Номер фактора <i>Factor number</i>	Наименование фактора и его параметра: обозначение, размерность <i>Name of the factor and its parameters: notation, dimension</i>	Ощущимый эффект действия на ПОО или биовид <i>Perceptible effect on PHO or biospecies</i>	Значительный эффект действия <i>Significant effect</i>	Критический эффект действия <i>Critical effect</i>
1	Напряжение среза, Мпа <i>Shear stress, MPa</i>	Порез, <i>Cut</i> $s_{11} \geq r_{11}$ $r_{11}=0,5 \text{ Мпа (MPa)}$ $s_{11}=6 \text{ Мпа (MPa)}$	Глубокий порез, <i>Deep cut</i> $s_{12} \geq r_{12}$ $r_{12}=5 \text{ Мпа (MPa)}$ $s_{12}=6 \text{ Мпа (MPa)}$	Отрезание, <i>Cutting off</i> $s_{13} \geq r_{13}$ $r_{13}=10 \text{ Мпа (MPa)}$ $s_{13}=6 \text{ Мпа (MPa)}$
2	Импульсное давление, Па <i>Pulse pressure, Pa</i>	Раздражение, <i>Irritation</i> $s_{21} \geq r_{21}$ $r_{21}=3 \text{ Па (Pa)}$ $s_{21}=6,8 \text{ Па (Pa)}$	Повреждение глаза (контузия), <i>Eye damage (contused wound),</i> $s_{22} \geq r_{22}$ $r_{22}=5 \text{ Па (Pa)}$ $s_{22}=6,8 \text{ Па (Pa)}$	Разрушение глаза, <i>Eye destruction</i> $s_{23} \geq r_{21}$ $r_{23}=7 \text{ Па (Pa)}$ $s_{23}=6,8 \text{ Па (Pa)}$

3	Концентрация пыли, $\text{мг}/\text{м}^3$ <i>Dust concentration, mg / m<sup>3</sup></i>	Затруднение дыхания, <i>Difficulty breathing,</i> $s_{31} \geq r_{31}$ $n \geq 6 \text{ мг}/\text{м}^3 (mg / m^3)$ $s_{31} = 6,25 \text{ мг}/\text{м}^3 (mg / m^3)$	Одышка, потеря сознания, <i>Shortness of breath, loss of consciousness,</i> $s_{32} \geq r_{32}$ $n \geq 60 \text{ мг}/\text{м}^3 (mg / m^3)$ $s_{32} = 6,25 \text{ мг}/\text{м}^3 (mg / m^3)$	Проф. заболевание (пневмокониоз), <i>Occup. disease (pneumoconiosis),</i> $s_{33} \geq r_{33}$ $n \geq 600 \text{ мг}/\text{м}^3 (mg / m^3)$ $s_{33} = 6,25 \text{ мг}/\text{м}^3 (mg / m^3)$
---	--	---	--	---

Напряжение среза находим из условия прочности:

$$\tau_{\text{cp}} = \frac{Q}{F_{\text{cp}}}, \quad (8)$$

где  $\tau_{\text{cp}}$  — напряжение среза, Мпа;  $Q$  — поперечная сила, Н;  $F_{\text{cp}}$  — площадь среза,  $\text{м}^2$  [7].

Импульсное давление было получено из закона сохранения количества движения:

$$mv = \Delta t \cdot P \rightarrow \sigma = P = \frac{mv}{\Delta t}, \quad (9)$$

где  $P$  — импульсное давление, Па;  $\Delta t$  — длительность воздействия, с;  $m$  — масса стружки, кг;  $v$  — скорость стружки,  $\text{м}/\text{с}^2$ ;  $\Delta t: mv = \Delta t \cdot P \rightarrow \sigma = P = \frac{mv}{\Delta t}$ .

Для получения возможностной меры трех вершинных исходов рассчитываем погрешность средств измерения и погрешность СИЗ, приведенный запас безопасности, полученные значения заносим в таблицу 2.

The shear stress is found from the strength condition:

$$\tau_{\text{cp}} = \frac{Q}{F_{\text{cp}}}, \quad (8)$$

where  $\tau_{\text{cp}}$  — shear stress, MPa;  $Q$  — transverse force, H;  $F_{\text{cp}}$  — shear area,  $\text{m}^2$  [7].

The pulse pressure was obtained from the law of conservation of momentum:

$$mv = \Delta t \cdot P \rightarrow \sigma = P = \frac{mv}{\Delta t}, \quad (9)$$

where  $P$  — pulse pressure, Pa;  $\Delta t$  — duration of exposure, s;  $m$  — chip mass, kg;  $v$  — chip speed,  $\text{м}/\text{s}^2$ ;  $\Delta t: mv = \Delta t \cdot P \rightarrow \sigma = P = \frac{mv}{\Delta t}$ .

To obtain a possible measure of the three apical outcomes, we calculate the error of measuring instruments and the error of PPE, the safety margin, the obtained values we put in Table 2.

Таблица 2  
*Table 2*

Исходные данные и расчетные значения возможностной меры трех вершинных исходов

*Initial data and calculated values of the possible measure of three apical outcomes*

	ВИ1. Глубокий порез <i>AO 1.</i> <i>Deep cut</i>	ВИ2. Повреждение глаза (контузия) <i>AO 1.</i> <i>Deep cut</i>	ВИ3. Профзаболевание (пневмокониоз) <i>AO 3.</i> <i>Occupational disease (pneumoconiosis)</i>
$n_{\text{изм}} = S = V \cdot f$	2,625	3,4	3,125
$\Delta s = 0,5 \cdot n_{\text{изм}}$	1,31	1,7	1,56
$\Delta r = 0,5 \cdot r$	2,5	2,5	3
$\bar{zb} = \frac{(r - S)}{(\Delta r + \Delta s)}$	0,62	0,38	0,63
$\pi = 1 - \bar{zb}$	0,38	0,62	0,37

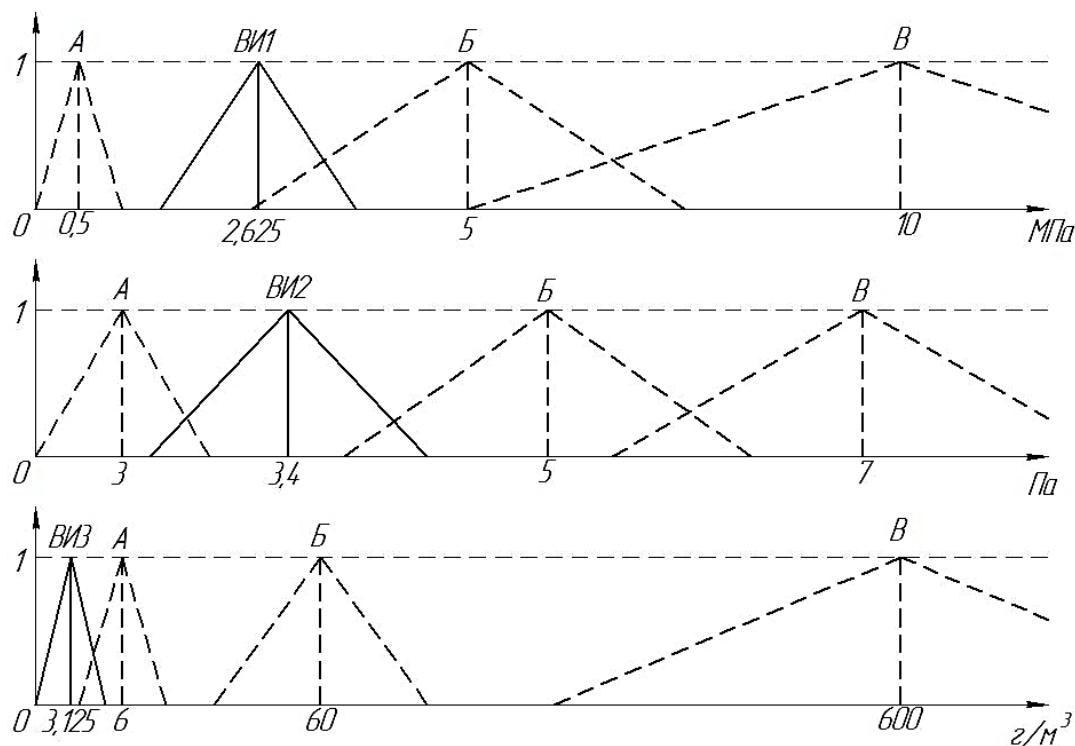


Рис. 2. Возможностная реализация трех вершинных исходов

Fig. 2. Possible implementation of three apical outcomes

Возможностная мера реализации вершинного исхода в виде временной утраты работоспособности и получения профзаболевания может быть вычислена как

$$\begin{aligned} Pos &= \max(\min(\max(1; 0,81); 0,38); \\ &\min(0,81; 0,62); \min(\max(1; 0,81); 0,37) = \\ &\max(0,38; 0,62; 0,37) = 0,62. \end{aligned}$$

В результате анализа для заданной технической системы была построена лингвистическая и логическая модели происшествий, на основании которых путем преобразования в возможностную форму получены следующие значения возможностной меры реализации вершинных исходов:

- ВИ1. Глубокий порез — 38 %;
- ВИ2. Повреждение глаза (контузия) — 62 %;
- ВИ3. Профзаболевание (пневмокониоз) — 37 %.

**Заключение.** В результате исследования для технической системы «печь — отливка — работник» были выявлены наиболее характерные вредные и опасные производственные факторы, приводящие к различного рода происшествиям, и получены следующие значения

The possible measure of implementation of an apical outcome as a temporary loss of productivity and getting an occupational disease may be calculated as

$$\begin{aligned} Pos &= \max(\min(\max(1; 0,81); 0,38); \\ &\min(0,81; 0,62); \min(\max(1; 0,81); 0,37) = \\ &\max(0,38; 0,62; 0,37) = 0,62. \end{aligned}$$

As a result of the analysis for a given technical system, a linguistic and logical accident model was built, on the basis of which the following values of the possible measure of the implementation of apical outcomes were obtained by converting into a possible form:

- AO1. Deep cut — 38 %;
- AO2. Eye damage (contused wound) — 62 %;
- AO3. Occupational disease (pneumoconiosis) — 37 %.

**Conclusion.** As a result of research for the technical system "furnace-casting-worker" the most characteristic harmful and dangerous production factors leading to various kinds of accidents were revealed, and the following values

возможностной меры реализации ВИ:

ВИ1 (исход от теплового удара) — 23 %;

ВИ2 (исход от ожога роговицы глаза) — 20 %;

ВИ3 (исход от отравления) — 42 %;

ВИ4 (исход от ожога предплечья) — 14 %.

Возможностная мера потери работоспособности работником в заданной технической системе составляет 42 %.

### Библиографический список

1. Есипов, Ю. В. Разработка алгоритма расчета вероятностного показателя безопасности технической системы «защита — объект — среда» / Ю. В. Есипов, М. С. Джилияджи, Н. С. Маматченко // Безопасность техногенных и природных систем. — 2017. — № 1. — С. 75–89.
2. Лоскутникова, И. Н. Применение метода количественного анализа на этапе оценки профессиональных рисков на примере ЗАО «ЭМПИЛС» [Электронный ресурс] / И. Н. Лоскутникова, И. В. Богданова, О. В. Дымникова, С. Н. Холодова // Безопасность техногенных и природных систем. — Режим доступа : <http://bps-journal.ru/publications> / 1–2017 (дата обращения : 01.10.17).
3. Об утверждении Типового положения о системе управления охраной труда : приказ Министерства труда и социальной защиты РФ № 438н // Собрание законодательства Российской Федерации. — 2016. — № 37. — 19 с.
4. Есипов, Ю. В. Задача нахождения возможностной меры аварии в уникальной техногенной системе / Ю. В. Есипов // Проблемы машиностроения и автоматизации. — 2003. — № 1. — С. 40–44.
5. Есипов, Ю. В. Мониторинг и оценка риска систем «защита — объект — среда» / Ю. В. Есипов, Ф. А. Самсонов, А. И. Черемисин. — Москва : изд-во ЛКИ, 2013. — 138 с.
6. Предельно допустимые концентрации

of possible measure of AO implementation were received:

- AO 1 (heat stroke outcome) - 23 %;
- AO 2 (outcome from cornea burn) — 20 %;
- AO 3 (outcome from poisoning) - 42 %;
- AO 4 (outcome from forearm burn) — 14 %.

The possible measure of the worker's loss of productivity in a given technical system is 42%.

### References

1. Esipov, Yu.V., Dzilyadzhi, M.S., Mamatchenko, N.S. Razrabotka algoritma rascheta veroyatnostnogo pokazatelya bezopasnosti tekhnicheskoy sistemy "zashchita – ob'ekt - sreda". [Development of calculation algorithm of the probability safety index of the technical system "protection - object - environment".] Bezopasnost' tekhnogennykh i prirodnnykh sistem, 2017, no.1, pp. 75-89 (in Russian).
2. Loskutnikova, I.N., Bogdanova, I.V., Dymnikova, O.V., Kholodova, S.N. Primenenie metoda kolichestvennogo analiza na etape otsenki professional'nykh riskov na primere ZAO "EMPILS". [Application of quantitative analysis method at the stage of occupational hazards assessment on the example of "Empils".] Bezopasnost' tekhnogennykh i prirodnnykh sistem. Available at: <http://bps-journal.ru/publications/1-2017> (in Russian).
3. Ob utverzhdenii Tipovogo polozheniya o sisteme upravleniya okhranoy truda: prikaz Ministerstva truda i sotsial'noy zashchity RF no. 438n. Sobranie zakonodatel'stva Rossiiyiskoy Federatsii. [On the approval of Standard Regulations on Labor Protection Management System. Order of the Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation no. 438n. Assembly of the legislation of the Russian Federation.] 2016, no.37, 19 p. (in Russian).
4. Esipov, Yu.V. Zadacha nakhozhdeniya vozmozhnostnoy mery avarii v unikal'noy tekhnogennoy sisteme. [The problem of finding the possible measure of an accident in a unique man-made system.] Problemy mashinostroeniya i avtomatizatsii, 2003, no. 1, pp. 40-44 (in Russian).
5. Esipov Yu.V., Samsonov, F.A., Cheremisin, A.I. Monitoring i otsenka riska system "zashchita – ob'ekt - sreda". [Monitoring and risk assessment of systems "protection – object – environment".] Moscow, Izd-vo LKI, 2013, 138 p. (in Russian).
6. Predel'no dopustimye kontsentratsii (PDK) vrednykh veshchestv v vozdukhe rabochey zony: GN 2.2.5.1313–03. [Maximum permissible concen-

(ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны : ГН 2.2.5.1313–03 // Сборник важнейших официальных материалов по санитарным и противоэпидемическим вопросам. — 2016. — № Т.1, Ч.1. — 34 с.

7. Балабанов, Е. И. Кожа человека, механические свойства, теплопередача / Е. И. Балабанов // Медицинская техника. — 2005. — Вып. 3. — С. 15–20.

Поступила в редакцию 07.04.2018

Сдана в редакцию 07.04.2018

Запланирована в номер 21.08.2018

**Есипов Юрий Вениаминович,**  
профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды»  
Донского государственного технического  
университета (РФ, г. Ростов-на-Дону,  
пл. Гагарина, 1), доктор технических наук,  
профессор  
[yu-yesipov5@yandex.ru](mailto:yu-yesipov5@yandex.ru)

**Лоскутникова Инна Николаевна,**  
доцент кафедры «Безопасность  
жизнедеятельности и защита окружающей  
среды», Донского государственного  
технического университета  
(РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1),  
кандидат химических наук, доцент  
[Lvica.inna@yandex.ru](mailto:Lvica.inna@yandex.ru)

**Гнатко Александр Игоревич,**  
магистрант кафедры «Безопасность  
жизнедеятельности и защита окружающей  
среды» Донского государственного технического  
университета, (РФ, г. Ростов-на-Дону,  
пл. Гагарина, 1),  
[gnatko.alexand@mail.ru](mailto:gnatko.alexand@mail.ru)

trations (MPC) of harmful substances in the air of working area: (Hygienic Standard) GN 2.2.5.1313–03.] Sbornik vazhneyshikh ofitsial'nykh materialov po sanitarnym i protivoepidemicheskim voprosam. [Collection of the most important official materials on sanitary and anti-epidemic issues.] 2016, no. vol. 1, part 1, 34 p. (in Russian).

7. Balabanov, E.I. Kozha cheloveka, mehanicheskie svoystva, teploperedacha. [Human skin, mechanical properties, heat transfer.] Meditsinskaya tekhnika, 2005, vol. 3, pp. 15-20 (in Russian).

Received 07.04.2018

Submitted 07.04.2018

Scheduled in the issue 21.08.2018

**Esipov Yuriy Veniaminovich,**  
professor of Department of life Safety and  
environmental protection of the Don State Technical  
University (Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don,  
Russian Federation), doctor of sciences,  
professor  
[yu-yesipov5@yandex.ru](mailto:yu-yesipov5@yandex.ru)

**Loskutnikova Inna Nikolaevna,**  
associate Professor of Department “Life safety and  
environmental protection of the Don State Technical  
University (Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation), Candidate  
of chemical Sciences, Associate Professor  
[Lvica.inna@yandex.ru](mailto:Lvica.inna@yandex.ru)

**Gnatko Aleksandr Igorevich,**  
graduate student of Department “Life safety and  
environmental protection” of the Don State Technical  
University (Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation),  
[gnatko.alexand@mail.ru](mailto:gnatko.alexand@mail.ru)