

УДК 614.87

**ОЦЕНКА ИНДИВИДУАЛЬНОГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ДЛЯ  
РАБОТНИКОВ ЛИТЕЙНОГО  
ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ  
МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ВЕРОЯТНОСТИ  
УТРАТЫ РАБОТНИКОМ  
ТРУДОСПОСОБНОСТИ В  
ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТОЯНИЯ  
УСЛОВИЙ ТРУДА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ**

*Щекина Е. В., Масленский В. В.*

Донской государственной технической  
университет, Ростов-на-Дону, Российская  
Федерация

[n1923@donpac.ru](mailto:n1923@donpac.ru);  
[victor.maslensky@yandex.ru](mailto:victor.maslensky@yandex.ru)

Для получения значения индивидуального риска профессиональной группы, представленной работниками профессии «Земледел», апробирована методика, разработанная ГУ НИИ медицины труда РАМН. В результате было выявлено, что с учетом всех составляющих (интегральной оценки условий труда, уровня защищенности средствами индивидуальной защиты, состояния здоровья работников, их возраста и стажа работы во вредных/опасных условиях труда) индивидуальный профессиональный риск земледелов характеризуется как очень высокий.

**Ключевые слова:** литейное производство, условия труда, производственные факторы, СОУТ, интегральная оценка, индивидуальный риск.

**Введение.** Неблагоприятные условия труда, производственный травматизм и профессиональные заболевания усугубляют демографическую обстановку в государстве, приводя к значительным финансовым потерям. Эти проблемы наиболее актуальны в литейном производстве, где уровень профессиональных рисков существенно превосходит показатели иных видов производств, вынуждая искать пути решения [1–3].

Целью данного исследования является оценка индивидуального профессионального риска работников литейного производства с точки зрения суммарного влияния на них вредных и/или опасных производственных факторов в соответствии с «Методикой расчета вероятности утраты работником трудоспособности в зависимости от состояния условий труда на рабочем месте».

Применяемая методика разработана ГУ НИИ медицины труда РАМН под руководством академика Н. Ф. Измерова и включает в себя следующие этапы [4]:

UDC 614.87

**ASSESSMENT OF INDIVIDUAL  
PROFESSIONAL RISK TO FOUNDRY  
WORKERS ON THE BASIS OF  
CALCULATION METHOD OF LOSS OF  
WORK CAPACITY PROBABILITY OF THE  
WORKER DEPENDING ON THE STATE  
OF LABOR CONDITIONS AT THE  
WORKPLACE**

*Shekina E. V., Maslenskiy V. V.*

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

[n1923@donpac.ru](mailto:n1923@donpac.ru);  
[victor.maslensky@yandex.ru](mailto:victor.maslensky@yandex.ru)

A method developed by the Federal State Budgetary Institution “Scientific Research Institute of Occupational Medicine” of RAMS was tested to obtain the value of the individual risk of a professional group represented by the workers of the profession "Molder". As a result, it was established that taking into account all the components (integral assessment of working conditions, the level of protection of personal protective equipment, the state of health of workers, their age and the length of work in harmful/dangerous working conditions), the individual professional risk of molders is characterized as very high.

**Keywords:** foundry, working conditions, production factors, SAWC, integral assessment, individual risk

1. Интегральная оценка условий труда (ИОУТ) на основе следующих показателей: вредность условий труда на рабочем месте (ПВ), риск получения травмы (РТ) и защищенность средствами индивидуальной защиты (СИЗ) (ОЗ).

2. Определение таких признаков, как состояние здоровья работающего (З), его возраст (В), трудовой стаж в неблагоприятных условиях труда (С).

3. Получение показателей производственного травматизма (П<sub>т</sub>), профессиональной заболеваемости (П<sub>з</sub>), индивидуального профессионального риска (ИПР).

В качестве объекта исследования была выбрана профессиональная группа литейного цеха машиностроительного предприятия ООО «ПК «НЭВЗ», в состав которой входят 10 работников профессии «Земледел» [5, 6].

Исходные данные, полученные по результатам СОУТ на рабочих местах земледелов:

- результаты оценки условий труда по вредным (опасным) факторам (таблица 1), при этом эффективность применения средств защиты не оценивалась;
- результат оценки эффективности выданных работникам СИЗ — положительный;
- число несчастных случаев на рабочих местах за год — 2, число дней нетрудоспособности для каждого случая — не более 30 [7];
- случаи профзаболеваний не выявлены, группа диспансерного наблюдения по результатам периодического медицинского осмотра — Д-III;
- средний возраст работников — 47 лет, средний трудовой стаж во вредных условиях труда — 15 лет.

Таблица 1

Результаты оценки условий труда по вредным и/или опасным факторам

Название факторов рабочей среды и трудового процесса	Класс (подкласс) условий труда	Класс (подкласс) условий труда при результативном использовании СИЗ
Химический фактор	3,1	3,1
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	3,1	3,1
Показатели шума	3,1	3,1
Показатели общей вибрации	2,0	2,0
Показатели микроклимата	3,2	3,2
Показатели световой среды	3,1	3,1
Тяжесть трудового процесса	3,1	3,1
Итоговый класс (подкласс) условий труда	3,2	3,2

**Интегральная оценка условий труда** представляет собой оценку суммарных вредностей и опасностей, которые могут возникнуть на рабочем месте при комплексном влиянии производственных факторов различной природы. Составляющими интегральной оценки служат три основных показателя [8]:

- вредность условий труда ПВ, характеризующая суммарное воздействие вредных производственных факторов на работника;
- риск травмирования работника (РТ), определяющий опасность получения травм при воздействии опасных производственных факторов на рабочем месте;

– защищенность работника средствами индивидуальной защиты (ОЗ), учитывающая эффективность выданных работнику СИЗ.

Показатель вредности условий труда земледелов определяем по формуле (1) в зависимости от результатов, полученных при проведении оценки (таблица 1):

$$ПВ = (V_{\phi} - V_{д}) \times K_{\phi м}, \quad (1)$$

где  $V_{\phi}$  — сумма баллов для всех факторов на рабочих местах, представляющая собой фактическое состояние условий труда, определяется по формуле (2):

$$V_{\phi} = \sum_{i=1}^m v_i, \quad (2)$$

где  $v_i$  — вес в баллах, который присвоен каждому производственному фактору в соответствии с классом условий труда в соответствии с таблицей 2;  $m$  — число производственных факторов на рабочем месте.

Таблица 2

Балльная оценка классов условий труда

Класс условий труда, установленный для фактора	1,0	2,0	3,1	3,2	3,3	3,4	4,0
Балл (вес вредности условий труда для фактора)	2	2	4	8	16	32	64

$$V_{\phi} = 2 + 4 \times 5 + 8 = 30,$$

где  $V_{д}$  — сумма баллов для всех факторов рабочих мест при условии, что по результатам спецоценки им присвоен класс 2 (допустимый).

$$V_{д} = 2 \times m; \quad (3)$$

$$V_{д} = 2 \times 7 = 14.$$

$K_{\phi м} = 0,5$  — коэффициент перевода в безразмерный вид (балл).

$$ПВ = (30 - 14) \times 0,5 = 8.$$

Произведем оценку показателя суммарной вредности ПВ по интервальной шкале, представленной в таблице 3.

Таблица 3

Интервальная шкала показателя суммарной вредности ПВ

Номер интервальной шкалы	Значения ПВ	Условия труда на рабочем месте
0	0	Допустимые
1	1–2	Вредные
2	3–6	Очень вредные
3	7–14	Неприемлемо вредные
4	15–30	Опасные
5	Свыше 30	Высокоопасные

Условия труда на рассматриваемых рабочих местах земледелов по полученному показателю суммарной вредности ПВ = 8 относятся к неприемлемо вредным.

Показатель риска травмирования РТ определим экспертным методом в зависимости от опасностей, идентифицированных на рабочих местах, при помощи матрицы оценки рисков (МОР).

МОР содержит по вертикали пять уровней частоты несчастного случая и по горизонтали — пять уровней тяжести последствий [10].

Для каждой идентифицированной на рабочих местах опасности величина риска находится на пересечении строк, показывающих уровень тяжести, и столбцов, указывающих уровень частоты события (таблица 4).

Таблица 4

Матрица оценки рисков на рабочих местах

Критический (5)	5	10	15	20	25
Серьезный (4)	4	8	12	16	20
Умеренный (3)	3	6	9	12	15
Легкий (2)	2	4	6	8	10
Незначительный (1)	1	2	3	4	5
Серьезность	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Частота в год	Событие практически никогда не произойдет	Событие случается редко	Вероятность события около 0,5	Скорее всего событие произойдет	Событие обязательно произойдет
	Неправдоподобное $10^{-4}$ – $10^{-6}$	Маловероятное $10^{-2}$ – $10^{-4}$	Случайное $10^{-1}$ – $10^{-2}$	Вероятное $1$ – $10^{-1}$	Частое $>1$

В таблице 5 представлены результаты оценки риска опасностей, которая состоит из определения величины и степени риска:

- низкая вероятность Н (1–4);
- средняя вероятность С (5–12);
- высокая вероятность В (15–25).

Таблица 5

Результаты оценки риска опасностей

№ п/п	Описание опасности	Риск	Тяжесть	Частота	Величина риска	Степень риска
1	Работа на оборудовании	Травма рук	2	4	8	С
2	Шум	Профзаболевание органов слуха	4	2	8	С
3	Химические вещества, пыль	Профзаболевание органов дыхания	4	3	12	С
4	Скользкий пол	Падение работника	4	2	8	С

Таким образом, показатель риска травмирования РТ для земледелов в зависимости от степени риска составляет 2 и относится к ограниченно допустимому (приемлемому) риску.

Оценка показателя защищенности ОЗ соответствует оценке эффективности средств индивидуальной защиты в соответствии с «Методикой расчета вероятности утраты работником трудоспособности в зависимости от состояния условий труда на рабочем месте» [10]. Результат оценки эффективности выданных работникам СИЗ — положительный, следовательно, величина показателя ОЗ составляет 1.

На основании оценки риска травмирования работников РТ и оценки защищенности средствами индивидуальной защиты ОЗ было проведено ранжирование условий труда, которое состоит из 6 уровней. Каждому уровню соответствует свой ранг, представленный в таблице 6.

Таблица 6

Ранжирование риска получения травмы в зависимости от значений оценки рабочего места по показателям РТ и ОЗ

Ранг Р	Значение РТ	Значение ОЗ	Характеристика риска травмирования
1	1	1	Вероятность низкая. У работника есть СИЗ и он его использует
2	1	0	Вероятность низкая. У работник нет СИЗ (он им не обеспечен) или он его не использует.
3	2	1	Вероятность средняя. У работника есть СИЗ и он его использует
4	2	0	Вероятность средняя. У работник нет СИЗ (он им не обеспечен) или он его не использует
5	3	1	Вероятность высокая. У работника есть СИЗ и он его использует
6	3	0	Вероятность высокая. У работник нет СИЗ (он им не обеспечен) или он его не использует

Рабочие места земледелов соответствуют рангу 3.

Определение ИОУТ вредности и опасности условий труда на рабочих местах с учётом влияния производственных факторов с различными классами вредности и в зависимости от ранжирования риска травмирования при  $ПВ \geq 1$  производится по формуле (4):

$$ИОУТ = \frac{100 \times [(ПВ - 1) \times 6 + Р]}{2334}, \quad (4)$$

где ПВ — показатель вредности условий труда работников, рассчитанный по формуле (1); Р — ранг, присвоенный рабочему месту в соответствии со значениями РТ и ОЗ по таблице 6; 100 — коэффициент пропорциональности; 2334 — число, означающее количество всех теоретически возможных комбинаций значений  $ПВ \geq 1$ , РТ и ОЗ.

$$ИОУТ = \frac{100 \times [(8 - 1) \times 6 + 3]}{2334} = 1,93.$$

Таким образом, обобщённая оценка условий труда земледелов по результатам расчета соответствует классу условий труда 3,3; условия труда на рабочих местах — неприемлемо вредные (таблица 7).

Таблица 7

## Шкала обобщенной оценки условий труда

Шкала интегральной оценки	Условия труда на рабочем месте	Соответствие классу условий труда
ИОУТ < 0,04	Допустимые	2,0
$0,04 \leq \text{ИОУТ} < 0,56$	Вредные	3,1
$0,56 \leq \text{ИОУТ} < 1,33$	Очень вредные	3,2
$1,33 \leq \text{ИОУТ} < 3,38$	Неприемлемо вредные	3,3
$3,38 \leq \text{ИОУТ} < 7,50$	Опасные	3,4
ИОУТ $\geq 7,50$	Высокоопасные	4,0

**Определение показателей состояния здоровья, возраста и стажа работы во вредных и/или опасных условиях труда.** Показатель состояния здоровья работника  $Z$  устанавливается в зависимости от принадлежности работника к определенной группе диспансерного наблюдения. По результатам периодического медицинского осмотра группа диспансерного наблюдения для земледельцев — Д-III. Поэтому показатель состояния здоровья работников равен трем ( $Z=3$ ) (таблица 8).

Таблица 8

## Интегральная оценка состояния здоровья работника

Значение показателя состояния здоровья работника ( $Z$ )	Группа диспансеризации	Характеристика группы
1	Д-I	Здоровые работники, не предъявляющие жалоб на состояние здоровья
2	Д-II	Работники с риском развития заболевания
3	Д-III	Работники с компенсированным течением хронических неинфекционных заболеваний
4	Д-IV	Работники с субкомпенсированным течением хронических неинфекционных заболеваний
5	Д-V	Работники с ранними признаками воздействия на организм вредной рабочей среды и трудового процесса

Для определения показателей возраста работника ( $B$ ) и трудового стажа во вредных и (или) опасных условиях труда ( $C$ ) создано пять групп работников по возрасту и стажу (таблица 9).

Таблица 9

## Группы работников по возрасту и стажу, лет

Показатель	Номер группы по возрасту и стажу				
	1	2	3	4	5
Показатели возрастной группы $B$	18–29	30–39	40–49	50–59	60–69
Величина трудового стажа $C$	0–10	11–20	21–30	31–40	41–50

Значения представленных показателей, в зависимости от принадлежности работника к определенной возрастной или стажевой группе, устанавливается по таблице 10.

Таблица 10

Результаты оценки показателей групп работников в зависимости от возраста и стажа работы

Значение показателя	Номер группы по возрасту и стажу				
	1	2	3	4	5
Показатели возрастной группы (В)	1	2	3	4	5
Величина трудового стажа (С)	1	2	3	4	5

Земледелы относятся к третьей возрастной и ко второй стажевой группам. Следовательно, показатель возраста работника В и стаж работы в неблагоприятных условиях труда С составляют 3 и 2 соответственно.

**Расчет величины индивидуального профессионального риска.** С целью получения величины индивидуального профессионального риска работников, как некоего интегрального значения, обусловленного влиянием нескольких показателей, используем взвешенное суммирование отдельных показателей. При этом весовые коэффициенты  $w_i$  отдельных показателей риска примем по стандартным табличным значениям, которые в свою очередь были определены на основе экспертной оценки. Например, показателю «условия труда» присвоен индекс 0,5; показателю «состояние здоровья работника» — 0,2; показателю «возраст» — 0,1; показателю «стаж работы в неблагоприятных условиях труда» — 0,2.

Для перевода абсолютных величин показателей в относительные выразим в долях от максимального значения показателя путем перемножения значения показателя (индекса) и соответствующего коэффициента. Значения коэффициентов, применяемые при переводе абсолютных величин показателей в относительные, представлены в таблице 11.

Таблица 11

Значения коэффициентов перевода показателей  
из абсолютных величин в относительные

Показатель	Максимальное значение показателя	Значение коэффициента для перевода абсолютных величин показателей в относительные
Обобщенная оценка условий труда на рабочих местах работников	15	1/15
Индекс оценки состояния здоровья работников	5	1/5
Индекс оценки возраста работников		
Индекс оценки трудового стажа работников		

Суммирование взвешенных значений всех показателей, приведенных к относительным значениям, произведем по формуле (5):

$$\text{SUM} = w_1 \times (1/15) \times \text{ИОУТ} + w_2 \times (1/5) \times 3 + w_3 \times (1/5) \times B + w_4 \times (1/5) \times C; \quad (5)$$

$$\text{SUM} = 0,5 \times (1/15) \times 1,93 + 0,2 \times (1/5) \times 3 + 0,1 \times (1/5) \times 3 + 0,2 \times (1/5) \times 2 = 0,32.$$

Индивидуальный профессиональный риск ИПР работника определяется как произведение суммы взвешенных значений индексов (условий труда, трудового стажа работника, работавшего во вредных и/или опасных условиях труда, возраста работника, состояния здоровья работника), приведенных к относительным значениям, и показателей травматизма и заболеваемости на рабочем месте (6):

$$\text{ИПР} = \text{SUM} \times \Pi_T \times \Pi_3, \quad (6)$$

где SUM — сумма взвешенных значений показателей ИОУТ, 3, B, C;  $\Pi_T$  — показатель травматизма на рабочем месте за определённый период (например, год);  $\Pi_3$  — показатель заболеваемости на рабочем месте за тот же период.

Показатель травматизма определяется количеством несчастных случаев, произошедших на рабочем месте и тяжестью последствий, т.е.

$$\Pi_T = K_c \times K_T, \quad (7)$$

где  $K_c$  — коэффициент, учитывающий количество несчастных случаев на рабочем месте за выбранный период;  $K_T$  — коэффициент, учитывающий тяжесть последствий травмирования работников на рабочем месте за тот же период.

В таблице 12 представлены значения коэффициентов числа случаев  $K_c$  и тяжести травм  $K_T$ .

Таблица 12

Значения коэффициентов  $K_c$  и  $K_T$ 

Показатель	Количество травм на РМ за истекший год				
	0	1	2	3	> 3
$K_c$	0	1	2	3	> 3
	1	1,1	1,2	1,3	1,4
$K_T$	Тяжесть последствий травмы				
	Временная утрата трудоспособности сроком до 1 месяца	Временная утрата трудоспособности сроком от 1 до 6 месяцев	Временная утрата трудоспособности сроком более 6 месяцев	Инвалидность	Летальный исход
	1	1,1	1,2	1,4	2

$$\Pi_T = 2 \times 1 = 2.$$

Показатель заболеваемости  $\Pi_3$  на данном рабочем месте за выбранный период (например, за прошедший год) определяется в соответствии с таблицей 13.

Таблица 13

Значения показателя  $\Pi_3$ 

Показатель	Выявлено случаев профзаболеваний у работников на данном РМ		
$\Pi_3$	0	1	> 1
	1,0	1,5	2,0

Таким образом, показатели травматизма и заболеваемости для рабочих мест земледелов составляют 2 и 1 соответственно.

$$\text{ИПР} = 0,32 \times 2 \times 1 = 0,64.$$

Исходя из полученного значения, можно сделать вывод о том, что значение индивидуального профессионального риска для земледелов соответствует очень высокому риску (таблица 14).

Таблица 14

## Интервальная шкала индивидуального профессионального риска

Шкала ИПР	Значение	Характеристика ИПР
1	Менее 0,13	Низкая вероятность
2	0,13–0,21	Средняя вероятность
3	0,22–0,39	Высокая вероятность
4	От 0,4 и выше	Очень высокая вероятность

**Заключение.** Примененная методика оценки индивидуального профессионального риска позволила установить, что условия труда на рабочих местах земледелов характеризуются как неприемлемо вредные, соответствующие классу 3,3 — на один больше, чем итоговый класс условий труда по результатам СОУТ. Из этого можно сделать вывод о том, что установление общего класса условий труда на рабочем месте при выполнении оценки условий труда по вредным и/или опасным факторам в ходе проведения СОУТ является необходимой, но недостаточной количественной оценкой вредности.

Индивидуальный профессиональный риск земледелов с учетом всех составляющих характеризуется как очень высокий, что служит основанием для создания более эффективной системы управления рисками в литейном цехе.

**Библиографический список**

1. Карауш, С. А. Повышение эффективности обучения работников строительной отрасли охране труда за счет мотивации работодателей [Электронный ресурс] / С. А. Карауш, О. О. Герасимова // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая, 2015. — Вып. 1 (37). — Режим доступа : [http://vestnik.vgasu.ru/attachments/6KaraushGerasimova-2015\\_1\(37\).pdf](http://vestnik.vgasu.ru/attachments/6KaraushGerasimova-2015_1(37).pdf) (дата обращения: 12.02.2018).
2. Лазаренков, А. М. Комплексная оценка условий труда работающих в цехах специального литья / А. М. Лазаренков, С. А. Хорева, В. В. Мельниченко // Литье и металлургия. — 2013. — № 3 (72). — С. 94–102.
3. Щекина, Е. В. Исследование условий труда и анализ производственного травматизма на металлургическом предприятии на примере ЗАО «Алкоа Металлург Рус» / Е. В. Щекина, А. С. Иванов // Инновации, экология и ресурсосберегающие технологии (ИнЭРТ-2014): Труды XI междун. науч.-техн. форума. — Ростов-на-Дону : 2014. — С. 147–154
4. Измеров, Н. Ф. Разработка методики расчета вероятности утраты работником трудоспособности в зависимости от состояния условий труда на рабочем месте: отчет о НИР (заключ.) / ГУ НИИ медицины труда РАМН. Рук. Н.Ф. Измеров; исполн.: Л. В. Прокопенко, Н. И. Симонова, Н. И. Измерова, О. А. Косырев, С. В. Вихров, В. В. Иванов [и др.]. — Москва, 2008. — 86 с.

5. Есипов, Ю. В. Построение логической модели и оценка возможностной меры реализации вершинных исходов в системе «печь-отливка-работник» / Ю. В. Есипов, Е. В. Щекина, В. В. Масленский // Инновации и инжиниринг в формировании инвестиционной привлекательности региона : сб. науч. трудов II Открытого междунар. науч.-практич. форума. — Ростов-на-Дону : Изд-во ДГТУ-Принт, 2017. — С. 161–164.

6. Щекина, Е. В. Оценка индивидуального профессионального риска на примере работника профессии «Земледел» / Е. В. Щекина, В. В. Масленский // ГРАНИ НАУКИ 2018 : сб. трудов междунар. науч.-практич. конф. — Ростов-на-Дону — Мадрид : ООО «Сфера», 2018. — С. 35–40.

7. Щекина, Е. В. Использование метода математического моделирования для прогнозирования уровня производственного травматизма в ООО «ПК «НЭВЗ» / Е. В. Щекина, Р. Р. Лазуренко // Инновационные технологии в машиностроении и металлургии : сб. статей VII науч.- практич. конф. — 2015. — С. 384–398.

8. Сазонова, А. М. Интегральная оценка условий труда при строительномонтажных работах в подземных сооружениях / А. М. Сазонова // Бюллетень результатов научных исследований. — 2016. — № 3-4 (20-21). — С. 51–59.

9. Хрупачев, А. Г. Профессиональный риск. Теория и практика расчета / А. Г. Хрупачев, А. А. Хадарцев. — Тула : Изд-во ТулГУ, 2011. — 330 с.

10. Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению [Электронный ресурс]: Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 января 2014 г. № 33н // Российская газета, 2014. — № 6343 (71). — Режим доступа: <https://rg.ru/> (дата обращения: 12.02.2018).