

УДК 629.039.58

## ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА НА УЧАСТКЕ СБОРКИ И МОНТАЖА МИКРОСХЕМ

<sup>1</sup>Марков А.С., <sup>2</sup>Трунова И.Г., <sup>2</sup>Пачурин Г.В., <sup>1</sup>Шевченко С.М., <sup>1</sup>Горшкова Т.А.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина»,  
Нижний Новгород, e-mail: shevchenko.sm@mail.ru;

<sup>2</sup>ФБГУ ВО «Нижегородский государственный университет им. Р.А. Алексева»,  
Нижний Новгород, e-mail: pachuringv@mail.ru

Оценка профессионального риска может быть расценена как первоначальный этап при определении подходов к управлению безопасностью и защите здоровья работников, построении в организации системы охраны труда. Если оценку рисков не делать хорошо или не сделать вообще, нельзя точно определить превентивные меры или эти меры не будут эффективными. Оценка рисков представляет собой динамичный процесс, который позволяет организациям внедрить активную политику управления рисками на рабочем месте. Разнообразие задач, решаемых при оценке риска, требует разработки и использования ряда методик, поскольку трудно представить себе одну универсальную методику, которая позволяла бы решать все задачи. В работе на основании использования априорного метода анализа профессионального риска к оценке безопасности условий труда произведен расчет и предложены мероприятия, позволяющие улучшить условия трудовой деятельности сборщиков микросхем. Внедрение предложенных мероприятий позволит понизить уровень профессионального риска на 23%.

**Ключевые слова:** профессиональный риск, априорный метод оценки риска, факторы производственной среды, условия труда, опасные и вредные производственные факторы

## PROFESSIONAL RISK ASSESSMENT ON SITE AND INSTALLATION CIRCUITS ASSEMBLY

<sup>1</sup>Markov A.S., <sup>2</sup>Trunova I.G., <sup>2</sup>Pachurin G.V. <sup>1</sup>Shevchenko S.M., <sup>1</sup>Gorshkova T.A.

<sup>2</sup>Nizhny Novgorod State Pedagogical University n.a. K. Minin, Nizhny Novgorod,  
e-mail: shevchenko.sm@mail.ru;

<sup>1</sup>Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.A. Alekseev, Nizhny Novgorod,  
e-mail: pachuringv@mail.ru

Evaluation of occupational risk can be regarded as an initial step in determining the approach to the management of safety and health protection of workers, the construction of the organization of labor protection system. If the risk assessment is not done well or not done at all, it is impossible to accurately determine preventive measures and these measures will not be effective. Risk assessment is a dynamic process that enables organizations to implement a proactive risk management policy in the workplace. A variety of problems to be solved in the risk assessment, requires the development and use of a number of techniques, because it is difficult to imagine a universal method that would allow to solve all problems. In work on the basis of a priori use of professional risk analysis method to the working conditions of the safety assessment and calculated the proposed measures that improve the conditions of employment chip collectors. Implementation of the proposed measures will reduce the level of professional risk by 23%.

**Keywords:** professional risk, a priori method of risk assessment, occupational factors, conditions of work, dangerous and harmful production factors

Развитие промышленного производства, появление новых технологий [11–13] требуют постоянного внимания к обеспечению безопасных и здоровых условий труда [1,4], так как уровень производственного травматизма и профессиональной заболеваемости в стране в целом и в Нижегородской области в частности до сих пор, к сожалению, остается достаточно высоким [2, 5, 9]. При этом доля работников, занятых в неблагоприятных условиях труда остается по-прежнему существенной [6–8].

Количественной оценкой неблагоприятных факторов производственной среды, а также степени риска ущерба для здоровья работников от действия вредных и опасных факторов рабочей среды и трудовой нагрузки по вероятности нарушений здо-

ровья с учетом их тяжести является результатом оценки профессиональных рисков. Это связано с тем, что количественная оценка является универсальным инструментарием, позволяющим адекватно оценивать и эффективно управлять качеством производственной среды.

Профессиональный риск является результатом проявления сложного комплекса взаимосвязанных факторов условий труда и трудового процесса – от состояния человека и его здоровья, от степени развития институтов защиты от рисков, вплоть до проявления, так называемого, «человеческого фактора» [3,10].

Под управлением профессиональным риском понимается разработка и действие механизмов и институтов управления про-

изводственной средой и безопасностью, гигиеной труда и здоровьем работающих. Основной задачей управления является предупреждение и устранение причин производственного травматизма и профессиональной заболеваемости.

В работе был проведен комплексный анализ оценки условий труда по степени вредности и (или) опасности факторов производственной среды и трудового процесса на участке сборки и монтажа микросхем. Результаты аттестации рабочего места по условиям труда сборщика микросхем представлены в табл. 1.

невозможна в реальных условиях, поэтому современный мир пришел к концепции приемлемого риска.

Если невозможно создать условия абсолютной безопасности, то необходимо стремиться к достижению такого уровня. Существует уровень риска, который можно считать пренебрежительно малым (например, риск гибели от природных явлений). С другой стороны, есть уровень максимально приемлемого риска, который нельзя превосходить, каковы бы не были расходы. Между двумя этими уровнями лежит область, в которой нужно уменьшить риск,

Таблица 1

## Оценка условий труда

Наименование факторов производственной среды и трудового процесса	Класс условий труда
Химический	2
Биологический	-
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	-
Шум	2
Инфразвук	-
Ультразвук воздушный	2
Вибрация общая	3.1
Вибрация локальная	-
Неионизирующие излучения	2
Ионизирующие излучения	-
Микроклимат	2
Световая среда	2
Тяжесть труда	3.2
Напряженность труда	2
Общая оценка условий труда по степени вредности и (или) опасности факторов производственной среды и трудового процесса	3.2

Поскольку анализ опасных и вредных производственных факторов и аттестация рабочего места показали несоответствие государственным нормативным требованиям охраны труда, был проведен анализ риска априорным методом.

Под риском понимают ожидаемую частоту или вероятность возникновения опасностей или же размер возможного ущерба. Чтобы предотвратить или снизить ущерб, необходимо проводить оценку риска. В этом случае опасность оценивается на основе критериев приемлемого риска. Он сочетает в себе технические, экологические, социальные аспекты и представляет некоторый компромисс между приемлемым уровнем безопасности и экономическими возможностями его достижения.

Традиционный подход к обеспечению безопасности базируется на концепции абсолютной безопасности. Такая концепция

отыскивая компромисс между социальной выгодой и финансовыми убытками.

Профессиональным риском называется вероятность повреждения (утраты) здоровья или смерти, связанная с исполнением обязанностей по трудовому договору (контракту) и в иных установленных законом случаях.

Проведем оценку профессионального риска априорным методом. Этот метод основан на результатах анализа имеющегося оборудования и параметров микроклимата. Суть априорного метода заключается в переводе класса условий труда, установленного для различных факторов производственной среды и трудового процесса в баллы и последующее сравнение полученных результатов с показателями и критериями профессионального риска.

1 класс – 1 балл;

2 класс – 2 балла;

- 3.1 класс – 3 балла;
  - 3.2 класс – 4 балла;
  - 3.3 класс – 5 баллов;
  - 3.4 класс – 6 баллов;
- Расчеты по оценке риска приведены в табл. 2.
- контроль выполнения работ и требований безопасности;
  - наблюдение за состоянием здоровья работника (предварительные и периодические медосмотры);

**Таблица 2**

Оценка рабочего места сборщика микросхем

Фактор	Класс условий труда	Баллы	Уровень безопасности производственной среды $Snci = \frac{(X_{max} + 1) - Xi}{X_{max}}$ где $X_{max}=6$ $Xi$ – данный фактор производственной среды
Химический	2	2	0,83
Шум	2	2	0,83
Ультразвук	2	2	0,83
Вибрация	3.1	3	0,66
Микроклимат	2	2	0,83
Освещенность	2	2	0,83
Тяжесть труда	3.2	4	0,5
Напряженность труда	2	2	0,83
Обобщенный уровень безопасности $Snc = \prod_{i=1}^n Snci$			0,107
Риск данной профессии $R = 1 - \prod_{i=1}^n Snc$			0,893
Годовой профессиональный риск $R = 1 - \sqrt[m]{\prod_{i=1}^n Snci}$ $m$ – стаж работы $m = 25$ лет			0,09

Расчет показывает, что риск данной профессии превышает приемлемый риск ( $R_{пр}$ ).

Для сборщика микросхем  $R = 9 \cdot 10^{-2}$ ,  $R_{пр} = 10^{-6}$ .

Следовательно, необходимо произвести выбор комплекса мер по профилактике риска (управления риском).

При выборе комплекса мер профилактики профессионального риска приоритетами являются устранение риска или снижение уровня опасности.

Меры профилактики включают:

- соблюдение технологических режимов производственного процесса (требований безопасности);

- регулярное обучение правилам техники безопасности на рабочем месте (проведение первичных, повторных и внеплановых инструктажей);

- применение средств коллективной и индивидуальной защиты;

- соблюдение рационального режима труда и отдыха.

Оценка профессионального риска после внедрения мероприятий по улучшению условий труда проводилась для наиболее значимых факторов производственной среды и трудового процесса.

**Расчет профессионального риска априорным методом после внедрения мероприятий по улучшению условий труда (общая вибрация)**

На основании результатов аттестации рабочего места сборщика микросхем на участке сборки и монтажа микросхем разработаны рекомендации по улучшению и оздоровлению условий труда.

С целью снижения уровня вибрации предложены два способа: система активной виброизоляции и монтаж плавающего пола по деревянным лагам с применением креплений VibrofixFloor. Системы активной виброизоляции позволят полностью обезопасить технологический процесс при работе с микроскопами и установками микросварки. Монтаж плавающего пола по деревянным лагам позволит полностью изолировать весь участок от негативного воздействия вибрации. Наилучшим вариантом является одновременное применение обоих способов виброизоляции. Данный способ позволит понизить уровень общей вибрации до нормы и соответственно класс условий труда будет равен 2.

Расчет показывает, что риск данной профессии превышает приемлемый риск. Для сборщика микросхем  $R=8 \cdot 10^{-2}$ ,  $R_{пр}=10^{-6}$ .

#### Расчет профессионального риска априорным методом после внедрения мероприятий по улучшению условий труда (тяжесть трудового процесса)

Снижение физического напряжения у работающих, повышение безопасности и эффективности труда предлагается реализовать путем выполнения следующих мероприятий.

*Механизация работ.* При реализации данного мероприятия необходимо обратить внимание на основные показатели комплексной механизации и закономерности

Таблица 3

Оценка рабочего места сборщика микросхем

Фактор	Класс условий труда	Баллы	Уровень безопасности производственной среды $Snc_i = \frac{(X_{max} + 1) - X_i}{X_{max}}$ где $X_{max} = 6$ $X_i$ – данный фактор производственной среды
Химический	2	2	0,83
Шум	2	2	0,83
Ультразвук	2	2	0,83
Вибрация	2	2	0,83
Микроклимат	2	2	0,83
Освещенность	2	2	0,83
Тяжесть труда	3.2	4	0,5
Напряженность труда	2	2	0,83
Обобщенный уровень безопасности $Snc = \prod_{i=1}^n Snc_i$			0,135
Риск данной профессии $R = 1 - \prod_{i=1}^n Snc$			0,865
Годовой профессиональный риск $R = 1 - \sqrt[m]{\prod_{i=1}^n Snc_i}$ $m$ – стаж работы $m = 25$ лет			0,08

сти, которые характеризуют эффективность средств механизации, методику и порядок выбора машин для ведущих и не ведущих операций; определить схемы организации технологических процессов, руководствуясь организационно-технологической документацией: технологические карты и расчеты, карты трудовых процессов, схемы операционного контроля качества работ, нормокомплекты для проведения работ, калькуляции трудовых расходов.

*Приобретение и своевременный ремонт средств малой механизации.* К средствам малой механизации относятся приспособления, рабочий инструмент, оборудование, машины и механизмы для механизации вспомогательных и малообъемных строительных и монтажных работ.

*Внедрение в производственную деятельность наиболее целесообразного режима труда и отдыха (рациональной системы чередования периодов работы и перерывов между ними).* Кроме регламентированных перерывов используются микропаузы – перерывы продолжительностью от нескольких

секунд до 1 мин. Микропаузы обязательны в любом трудовом процессе, например, в форме пауз для органов или мышц (кратковременные паузы для перестройки процессов возбуждения и торможения отдельных функциональных систем или органов без общего прерывания трудового процесса).

*Производственная гимнастика.* Она является профилактическим мероприятием для нормализации мышечного утомления, а также функций кровообращения и дыхания. В основе производственной гимнастики лежит феномен активного отдыха – утомленные мышцы быстрее восстанавливают свою работоспособность не при полном покое, а при работе других мышечных групп. В результате производственной гимнастики увеличивается жизненная емкость легких, улучшается деятельность сердечно-сосудистой системы, повышается функциональная возможность анализаторных систем, увеличивается мышечная сила и выносливость.

Внедрение предлагаемых мероприятий по снижению тяжести трудового процесса позволяет понизить класс условий труда до 3.1.

Таблица 4

Оценка рабочего места сборщика микросхем

Фактор	Класс условий труда	Баллы	Уровень безопасности производственной среды $Snci = \frac{(X_{max} + 1) - Xi}{X_{max}}$ где $X_{max} = 6$ ; $Xi$ – данный фактор производственной среды
Химический	2	2	0,83
Шум	2	2	0,83
Ультразвук	2	2	0,83
Вибрация	2	2	0,83
Микроклимат	2	2	0,83
Освещенность	2	2	0,83
Тяжесть труда	3.1	3	0,66
Напряженность труда	2	2	0,83
Обобщенный уровень безопасности $Snc = \prod_{i=1}^n Snci$			0,179
Риск данной профессии $R = 1 - \prod_{i=1}^n Snc$			0,821
Годовой профессиональный риск $R = 1 - \sqrt[m]{\prod_{i=1}^n Snci}$ m – стаж работы m = 25 лет.			0,07

Расчет показывает, что риск данной профессии превышает приемлемый риск.

Для сборщика микросхем  $R=7 \cdot 10^{-2}$ ,  $R_{пр}=10^{-6}$ .

### Итоговый анализ профессионального риска до и после внедрения мероприятий по улучшению условий труда

**Таблица 5**  
Итоговый анализ профессионального риска

	Риск профессии	Снижение значения
До мероприятий	$9 \cdot 10^{-2}$	–
Мероприятия по уменьшению воздействия вибрации	$8 \cdot 10^{-2}$	на 12 %
Мероприятия по уменьшению тяжести трудового процесса	$7 \cdot 10^{-2}$	на 23 %

Таким образом после внедрения мероприятий по улучшению условий труда, удалось понизить уровень профессионального риска сборщика микросхем на 23 %.

#### Список литературы

1. Пачурин Г.В. Производственный травматизм: Монография / Г.В. Пачурин, Т.И. Курагина, Н.И. Щенников. – LAPLAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Germany, 2012. – 201 с.
2. Пачурин Г.В., Щенников Н.И., Курагина Т.И., Филиппов А.А. Профилактика и практика расследования несчастных случаев на производстве: Учебное пособие / Под общ. ред. Г.В. Пачурина. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Изд. «Лань», 2015. – 384 с.
3. Пачурин Г.В., Щенников Н.И., Курагина Т.И., Филиппов А.А. Профилактика и практика расследования несчастных случаев на производстве: Учебное пособие / Под общ. ред. Г.В. Пачурина. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Изд. «Лань», 2015. – 384 с.
4. Пачурин Г.В., Елькин А.Б., Миндрин В.И., Филиппов А.А. Основы безопасности жизнедеятельности: для технических специальностей: учебное пособие / Г.В. Пачурин [и др.]. – Ростов н/Д: Феникс, 2016. – 397 с.: ил. – (Высшее образование).
5. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Щенников Н.И., Курагина Т.И. Производственный травматизм и направления его профилактики // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 1. – С. 45–50.
6. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Кузьмин Н.А. Снижение опасных и вредных факторов при очистке поверхности сортового проката // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 2-1. – С. 38–43.
7. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Кузьмин Н.А. Оценка опасных и вредных факторов при производстве калиброванного проката и их устранение технологическими методами // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 7-2. – С. 161–164.
8. Щенников Н.И., Пачурин Г.В. Пути снижения производственного травматизма // Современные наукоемкие технологии. – 2008. – № 4. – С. 101–103.
9. Щенников Н.И., Курагина Т.И., Пачурин Г.В. Состояние охраны труда в ОАО «Павловский автобус» // Фундаментальные исследования. – 2009. – № 1. – С. 44–44.
10. Щенников Н.И., Курагина Т.И., Пачурин Г.В. Психологический акцент в анализе производственного травматизма и его профилактики // Современные проблемы науки и образования. – 2009. – № 4. – С. 162–169.
11. Pachurin G.V. Ruggedness of structural material and working life of metal components // Steel in Translation. – 2008. – Т. 38. – №3. – S. 217–220.
12. Pachurin G.V., Filippov A.A. Economical preparation of 40X steel for cold upsetting of bolts // Russian Engineering Research. – 2008. – Т. 28. – № 7. – S. 670–673.
13. Filippov A.A., Pachurin G.V., Naumov V.I., Kuzmin N.A. Low-Cost Treatment of Rolled Products Used to Make Long High-Strength Bolts // Metallurgist. – 2016. – Vol. 59. – Nos. 9–10. January. – S. 810–815.