Министерство образования

и науки Российской Федерации

Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н.Ельцина

РАСЧЕТ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ПОТЕРИ СЛУХА

Учебный электронный текстовый ресурс

Методические указания к деловой игре № 18 по курсам «Безопасность жизнедеятельности», «Основы безопасности труда» для студентов всех форм обучения всех специальностей

Научный редактор: доц., канд. техн. наук А.А. Волкова

Подготовлено кафедрой безопасности жизнедеятельности

Содержат основные теоретические положения воздействия шума на слуховой анализатор человека в условиях производства. Рассматриваются факторы риска потери слуха. Приводится методика оценки и расчета профессионального риска потери слуха. Указания включают перечень нормативно-справочной и учебной литературы.

Екатеринбург

2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 3
2. ЭТАПЫ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА 5
2.1. Идентификация опасности 5
2.2. Оценка экспозиции 6
2.3. Оценка зависимости «доза – ответ» 6
2.4. Характеристика риска 6
2.5. Оценка уровней риска 6
3. РАСЧЕТ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ПОТЕРИ СЛУХА 8
3.1. Порядок проведения расчетов 9
3.2. Пример расчета профессионального риска ПС 9
4. ФОРМА ОТЧЕТА 11
ПРИЛОЖЕНИЕ 12
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 17
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 18

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) 4–7 % населения планеты страдает теми или иными расстройствами слуха; затруднено общение с окружающими у 1,5–2,0 %. Потеря слуха является, как правило, следствием воздействия шума на организм человека. Под шумом понимают любой звук, который может вызвать потерю слуха или быть вредным для здоровья или опасным в другом отношении [10]. Определенное таким способом понятие «шум» включает в себя звуковые колебания (от 20 до 20 000 Гц) и колебания на инфразвуковых (ниже 20 Гц) и ультразвуковых (выше 20 000 Гц) частотах.

Под звуком понимают периодические и непериодические колебания давления воздуха. Однако не только в воздухе, но и во всех газах и жидкостях и твердых телах могут возникать подобные колебания, которые воспринимаются как звук. В настоящее время звуком называют любые механические колебания твердой, жидкой или газовой среды, в которой звуковые волны передают энергию возмущения от источника в диапазоне частот, воспринимаемым человеческим ухом, от 16 Гц до 20 кГц. Колебания ниже 16 Гц называют инфразвуком, выше 20 кГц – ультразвуком.

Представление о шумовой болезни сложилось в литературе 1960–1970-х годах [11]. Различают три формы воздействия шума на организм человека: утомление слуха, шумовая травма и профессиональные заболевания (гипертония и тугоухость). Последняя ведет к снижению слуха вплоть до его полной потери.

Тугоухость имеет четыре степени проявления: легкая с порогом слышимости > 20 дБ (больные не слышат шепот); умеренная с порогом слышимости > 40 дБ (больные не слышат разговорную речь); тяжелая с порогом слышимости > 60 дБ (больные не слышат громкую речь); глухота (больные не слышат крик).

Проблема профессиональной тугоухости является старейшей в медицине труда. Еще Плиний Старший (23–79 гг.) в своей «Натуральной истории» описал глухоту от шума воды у рыбаков, живших и ловивших рыбу около порогов и водопадов Верхнего Нила. В США свыше 8 % рабочих подвергается шуму: около 15 млн человек – выше 80 дБ (А) и по крайней мере 5,1 млн человек – выше 90 дБ (А); тугоухостью страдает 8 млн человек. В России по данным Госкомсанэпиднадзора кохлеарные невриты (тугоухость) в структуре профзаболеваний составляют более 20 % с тенденцией к росту 0,5 % в год [12].

Анализ профессионального риска состоит из оценки риска, управления риском и информации о риске (Руководство Р 2.2.1766-03) [6]. Оценка риска включает выявление опасности, оценку экспозиции, оценку зависимости «доза – ответ» и характеристику риска. Управление риском – это принятие решений и действий, направленных на обеспечение безопасности и здоровья работников. Информация о риске доводится до работодателей, работников и других заинтересованных сторон с соблюдением установленных законодательством Российской Федерации условий и этических норм.

По критериям Руководства [6] результаты оценки профессионального риска (ПР) подразделяют на следующие категории доказанности риска:

– категория 1А (доказанный ПР) – на основе результатов гигиенической оценки условий труда по критериям Руководства, материалов периодических медицинских осмотров, физиологических, лабораторных и экспериментальных исследований, а также эпидемиологических данных;

– категория 1Б (предполагаемый ПР) – на основе результатов гигиенической оценки условий труда по критериям Руководства, дополненных отдельными клинико-физиологическими, лабораторными, экспериментальными данными (в том числе данными литературы);

– категория 2 (подозреваемый ПР) – на основе результатов гигиенической оценки условий труда по критериям Руководства.

2. ЭТАПЫ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА

Оценка риска, как правило, осуществляется в соответствии со следующими этапами: идентификация опасности, оценка экспозиции, оценка зависимости «доза – ответ», характеристика риска.

Исходными данными для проведения расчетов по оценке ПР являются результаты:

– производственного контроля, проводимого в соответствии с СП 1.1.1058-01 [7];

– государственного санитарно-эпидемиологического надзора;

– санитарно-эпидемиологической оценки производственного оборудования и продукции производственного назначения;

– специальной оценки условий труда, проводимой в соответствии с Федеральным законом № 426-ФЗ от 28.12.2013 [8].

– периодических медицинских осмотров работников в соответствии со ст. 213 Трудового кодекса РФ [9].

2.1. Идентификация опасности

Идентификация опасности – это процесс выявления всех потенциально опасных и вредных производственных факторов на данном рабочем месте. Для этого необходимо на месте провести оценку фактического состояния условий труда, изучить данные аттестации рабочих мест, составить список вредных воздействий и др.

Оценка проводится на всех этапах производственного цикла, т. е. при осуществлении основного технологического процесса, обслуживании и ремонте оборудования, непредвиденных аварийных ситуациях и др.

На основании полученных данных формулируются ожидаемые сценарии производственного воздействия на работников и устанавливаются:

1) перечень приоритетных потенциально опасных факторов;

2) расположение источников загрязнения производственной среды, их зоны воздействия;

3) численность работников, подвергшихся воздействию;

4) численность уязвимых групп работников (несовершеннолетние, инвалиды, беременные женщины, кормящие матери).

2.2. Оценка экспозиции

Оценка экспозиции – это установление количественного действия вредного фактора в результате производственного процесса. Этап является интегральным процессом как для оценки профессионального риска, так и для управления им.

На основании уровня воздействия рассчитываются величины экспозиции. Эти расчеты должны обязательно учитывать продолжительность воздействия (стаж работы в этих условиях, продолжительность рабочей смены и др.).

2.3. Оценка зависимости «доза – ответ»

Оценка зависимости «доза – ответ» – это установление причинной обусловленности развития вредного фактора при действии данного вредного фактора, выявление наименьшей дозы, вызывающей развитие наблюдаемого эффекта и определение интенсивности возрастания эффекта при увеличении дозы. Для получения функции «доза – ответ», которая является основой для количественной оценки риска, пользуются данными эпидемиологических исследований или результатами исследований на животных.

В идеальном варианте оценка экспозиции должна опираться на фактические данные мониторинга. Однако нередко этот подход неосуществим в связи с возможными большими экономическими затратами.

2.4. Характеристика риска

Характеристика риска – это интеграция данных, полученных на предшествующих этапах исследований. Этап является связующим мостом между оценкой профессионального риска и управлением риском.

2.5. Оценка уровней риска

Следующим важным компонентом методологии оценки профессионального риска является определение границы допустимого

(приемлемого) риска, не требующего применения дополнительных мер по его снижению.

Рекомендованная в публикациях ВОЗ, а также в методических документах РФ и ряда зарубежных стран система критериев допустимого риска приведена в таблице.

Классификация уровней риска

Уровень риска	**Индивидуальный пожизненный риск**
Высокий – неприемлем для производственных условий и населения. Необходимо осуществление мероприятий по устранению или снижению риска	$> 10^{-3}$
Средний – допустим для производственных условий; при воздействии на все население необходимы динамический контроль и углубленное изучение источников и возможных последствий неблагоприятных воздействий для решения вопросов о мерах по управлению риском	10^{-3}–10^{-4}
Низкий – допустимый риск (уровень, на котором, как правило, устанавливаются гигиенические нормативы для населения)	10^{-4}–10^{-6}

3. РАСЧЕТ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ПОТЕРИ СЛУХА

Основным вредным эффектом при воздействии шума на организм человека является риск потери слуха (ПС). В группы риска входят работники многих профессий: кузнецы, ткачи, горнорабочие и др.

Основными факторами риска в формировании ПС являются: экспозиция шума, возраст, наличие симптома белых пальцев, потребление лекарств и уровень холестерина. Из средней величины ПС на частоте 4000 Гц, равной 27,3 дБ (средний стаж 16 лет), шум дал 17,8 дБ, возраст – 7,6 дБ, симптом белых пальцев – 1,5 дБ, потребление лекарств – 1дБ, уровень холестерина – 0,5 дБ [12].

Методика расчета риска ПС от шума соответствует положениям стандарта ИСО 1999.2 (1990) [13], которая учитывает пол, возраст, уровень шума и стаж работы в нем.

Уровень ПС, связанный с возрастом и шумом P работников, подверженных шуму, рассчитывают по формуле:

$$P = H+N-HN/120, \qquad (1)$$

где H – уровень ПС, связанный с возрастом, дБ(А);

N – ПС, связанная с шумом, дБ(А).

Последний член формулы начинает влиять при значениях $H+N > 40$ дБ (А).

Формула (1) применима только к соответствующим квантильным величинам P, H и N: от 0,05 до 0,95 с шагом 0,05, опорные значения квантилей 0,1, 0,5 и 0,9. В математической статистике квантиль – значение, которое заданная случайная величина не превышает с фиксированной вероятностью. Оценка ПС для квантиля 0,9 означает, что 90 % лиц могут иметь данные ПС и выше (минимальные ПС); аналогично для квантиля 0,1 (максимальные ПС). Квантиль 0,5 отражает средние значения ПС.

Величину ПС, связанную с возрастом для мужчин и женщин для разных квантилей, определяют по табл. П2.

Величина ПС, обусловленная шумом, на речевых частотах (среднее арифметическое для частот 0,5, 1 и 2 кГц), в дальнейшем – на речевых частотах, для квантилей равна:

$$N = (u + v\ell gS) \times (L_{Аэкв} - L_0)^2, \quad (2)$$

где S – стаж работы, лет;

значения S, $L_о$ принять из табл. П.1; u, v принять из табл. П.2;

$L_{аэкв}$ – эквивалентный уровень шума, равный ПДУ, который, согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [14], составляет 80 дБ (А) и совпадает с нижней величиной экспозиции, требующей принятия мер по директиве Евросоюза 2003/10/ЕС.

3.1. Порядок проведения расчетов

1. С учетом исходных данных варианта (табл. П.1) по табл. П.3 с использованием метода экстраполяции определить уровни ПС, связанные с возрастом, для каждого квантиля: $H_{0,1}$, $H_{0,5}$, $H_{0,9}$ [15, 16].

2. С использованием формулы (2) и данных табл. П.2 определить уровни ПС, обусловленные шумом на речевых частотах, для каждого квантиля: $N_{0,1}$, $N_{0,5}$, $N_{0,9}$.

3. По формуле (1) рассчитать уровни ПС, связанные с возрастом и шумом для каждого квантиля: $S_{0,1}$, $S_{0,5}$, $S_{0,9}$.

4. С учетом суммарных значений $S_{0,1}$, $S_{0,5}$, $S_{0,9}$ по табл. П.4 определить степени ПС для каждого квантиля: I, II, III.

5. С учетом условий варианта и определенных степеней ПС с использованием метода экстраполяции по табл. П.5 определить вероятность развития профессионального риска ПС у каждого работника.

3.2. Пример расчета профессионального риска ПС

Например, требуется оценить вероятность ПС у рабочего (М) в возрасте 55 лет, работающего 30 лет в условиях труда, связанных с уровнем эквивалентного шума 100 дБ (А).

1. По табл. П.3 методом экстраполяции определяем величину ПС у рабочего на речевых частотах в зависимости от возраста:

$H_{0,1}$ = 19 дБ(А),

$H_{0,5}$ = 6,5 дБ(А),

$H_{0,9}$ = 3,0 дБ(А).

2. По формуле (2) с использованием данных табл. П.2 находим величины ПС в зависимости от шума и стажа на речевых частотах для квантилей 0,1, 0,5, 0,9:

$N_{0,1} = (–0,30+0,96\times\ell g\ 30)\times(80–100)^2 = 44,8$ дБ (А),

$N_{0,5} = (–0,32+0,82\times\ell g\ 30)\times(80–100)^2 = 20,4$ дБ (А),

$N_{0,9} = (–0,20+0,22\times\ell g\ 30)\times(80–100)^2 = 5,0$ дБ (А).

3. По формуле (1) находим суммарный показатель ПС S для квантилей:

$S_{0,1} = 44,8 + 19 – 19 \times 54,8 / 120 = 55,13$ дБ(А),

$S_{0,5} = 20,4 + 6,5 = 26,9$ дБ(А),

$S_{0,9} = 5,0 + 3,0 = 8,0$ дБ(А).

4. По значениям суммарных показателей ПС S для квантилей с использованием данных табл. П.4 определяем степени ПС, которые соответствуют:

– для квантиля 0,9 – признаку воздействия шума на организм,

– для квантиля 0,5 – II степени (умеренное снижение слуха),

– для квантиля 0,1 – III степени (значительное снижение слуха).

5. По данным табл. П.6 с использованием метода экстраполяции вероятность развития I, II, III степеней ПС в данном случае равна 72, 44,5 и 25 %, т. е. наиболее вероятно, что у рабочего может быть II–III степень ПС или, что одно и то же, профессиональный риск ПС II–III степени (умеренное и значительное снижение слуха).

4. ФОРМА ОТЧЕТА

1. Общие сведения (титульный лист):
   - номер и название работы;
   - Ф. И. О. студента, подпись;
   - номер группы;
   - дата выполнения работы;
   - Ф. И. О. преподавателя.
2. Содержание отчета:
   - кратко описать цель работы;
   - провести необходимые расчеты по приведенным формулам;
   - заполнить итоговую таблицу.

Результаты расчета профессионального риска потери слуха

Номер варианта	**Пол**	**Вероятность развития I степени ПС**	**Вероятность развития II степени ПС**	**Вероятность развития III степени ПС**
	М Ж			

3. Сделать выводы по работе: какова вероятность ПС у данных рабочих (М и Ж) на данном рабочем месте.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица П.1

Исходные данные для расчета

Варианты	Пол	Возраст, лет	Стаж работы, лет	Уровень звука, $L_{O,дБ(А)}$
1	м	35	10	85
	ж	30	10	90
2	м	40	10	90
	ж	35	15	85
3	м	40	20	95
	ж	40	20	90
4	м	45	20	100
	ж	35	15	95
5	м	50	25	90
	ж	45	20	85
6	м	50	30	90
	ж	45	25	85
7	м	60	40	100
	ж	50	35	90
8	м	60	40	100
	ж	55	20	95
9	м	30	10	100
	ж	55	25	90
10	м	30	10	85
	ж	45	20	100
11	м	40	20	90
	ж	35	15	85
12	м	40	20	95
	ж	50	30	95
13	м	45	10	90
	ж	50	30	95

Окончание табл. П.1

Варианты	**Пол**	**Возраст, лет**	**Стаж работы, лет**	**Уровень звука, $L_{О,дБ(А)}$**
14	м	50	30	100
	ж	35	10	85
15	м	60	40	90
	ж	40	15	95
16	м	60	35	100
	ж	55	10	85
17	м	40	10	90
	ж	55	30	95
18	м	40	10	100
	ж	35	15	90
19	м	40	20	95
	ж	30	10	100
20	м	40	20	85
	ж	50	30	100
21	м	50	20	90
	ж	45	25	95
22	м	50	25	100
	ж	40	15	95
23	м	60	30	100
	ж	35	10	85
24	м	50	20	95
	ж	45	25	90
25	м	60	40	100
	ж	55	35	100

Таблица П.2

Значения статистических коэффициентов *u* и *v*

Пол	Квантиль	*u*	*v*
м	0,1	–0,30	0,96
	0,5	–0,32	0,82
	0,9	–0,20	0,22
ж	0,1	–0,24	0,90
	0,5	–0,28	0,78
	0,9	–0,16	0,18

Таблица П.3

Величина ПС в зависимости от возраста на речевых частотах

Пол	Квантили	Возраст, лет			
		30	40	50	60
		$H_{возр,\ ср.\ реч.}$, дБ(А)			
м	0,9	–6	–5	–4	–2
	0,5	1	0	0	1
	0,1	10	1	1	1
ж	0,9	–6	–5	–4	-2
	0,5	1	2	5	8
	0,1	9	12	15	21

Таблица П.4

Степени потери слуха

Степени ПС	**Величина ПС на речевых частотах, дБ(А)**
Признаки воздействия шума на орган слуха	Менее 10 (500 Гц – 5 дБ (А), 1000Гц – 10 дБ (А), 2000 Гц – 10дБ (А))
I степень (легкое снижение слуха)	10–20
II степень (умеренное снижение слуха)	21–30
III степень (значительное снижение слуха)	31 и более

Таблица П.5

Вероятность развития профессионального ПС, %

Возраст, лет	Стаж работы, лет											
	10			20			30			40		
	Степени снижения слуха*											
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
$L_{аэкв}$ = 90 дБ (А)												
30	12	0	0									
40	22	0	0	25	0	0						
50	33	0	0	35	3	0	37	3	0			
60	44	6	0	46	9	0	48	10	0			
$L_{аэкв}$ = 100 дБ (А)												
30	39	17	0									
40	47	25	5	62	32	6						
50	50	28	7	62	36	15	68	41	20			
60	60	37	19	71	44	25	76	48	30	82	53	33

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое профессиональный риск?
2. Классы условий труда по факторам производственной среды.
3. Что включает в себя анализ профессионального риска?
4. Как проявляется действие вредных факторов при нарастании экспозиции их параметров?
5. Назовите вредные физические факторы.
6. Приведите вредные химические и биологические факторы.
7. Что включает в себя оценка риска?
8. Каковы категории доказанности риска?
9. Этапы оценки профессионального риска.
10. Исходные данные для проведения расчетов по оценке профессионального риска.
11. Классификация уровней риска.
12. Что такое шум?
13. Приведите акустические диапазоны шума.
14. Каковы значения речевых частот?
15. Действие шума на организм человека.
16. Что такое тугоухость и ее степени?
17. Основные факторы риска в формировании потери слуха.
18. Каково значение ПДУ эквивалентного уровня шума (уровень звука)?
19. Что такое квантиль?
20. Что означает оценка потери слуха для квантиля 0,1; 0,5; 0,9?
21. Критерии степеней потери слуха.
22. Что такое профессиональное заболевание?
23. Виды профессиональных заболеваний от воздействия шума.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Графкина, М.В.** Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / М.В. Графкина, В.А. Михайлов, Б.Н. Нюнин ; под общей редакцией Б.Н. Нюнина. – СПб., ТК Велби, Проспект, 2007. – 608 с.
2. ГОСТ Р ИСО 73-2001 «Менеджмент рисков. Термины и определения».
3. Федеральный закон «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» № 125-ФЗ 24.07.1998 г.
4. Р 2.2.2006-05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
5. Recording and notification of occupational accidents and diseases. An ILO code of practice. – Geneva: ILO, 1996. – 97 pp.
6. Р 2.2.1766-03 Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки.
7. СП 1.1.1058-01 Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-эпидемических (профилактических) мероприятий.
8. Федеральный закон № 426-ФЗ от 28.12.2013 «О специальной оценке условий труда» (с изменениями и дополнениями).
9. Трудовой кодекс Российской Федерации от 2001 г. с изменениями от 30.06.2006 г. М.: Изд-во АМБ, 2006.234 с.
10. Конвенция № 148 «О защите работников от профессионального риска, вызываемого загрязнением воздуха, шумом и вибрацией на рабочих местах», ратифицированная Указом Президиума Верховного Совета СССР от 29 марта 1988г. № 8694- XI.

11. **Андреева-Галанина, Е.Ц.** Шум и шумовая болезнь / Е.Ц. Андреева-Галанина, С.В. Алексеев, А.В. Кадыскин [и др.]. – Л. : Медицина, 1972. – 303 с.

12. **Измеров, Н.Ф.** Профессиональный риск для здоровья работников : руководство / Под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова. – М.; Тровант, 2003. – 448 с.

13. ИСО 1999.2 (1990) «Акустика. Определение профессиональной шумовой экспозиции и оценка нарушения слуха, вызванного шумом».

14. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

15. **Гавриченко, А.И.** Научные основы профессиональных рисков : монография / А.И. Гавриченко, Р.П. Беликов. Орловский государственный аграрный университет, 2013. – 108 с.

16. **Татаренко, В.И.** Безопасность труда в техносфере : учеб. Пособие / В.И. Татаренко, В.Л. Ромейко, О.П. Ляпина ; под ред. В.Л. Ромейко. – Новосибирск : СГГА, 2012. – 469 с.

Учебный электронный ресурс

Мушников Валерий Сергеевич

Цепелев Владимир Степанович

Вьюхин Владимир Викторович

Хоменко Александр Олегович

Шакирова Надежда Александровна

Лихтенштейн Владимир Иосифович

РАСЧЕТ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ПОТЕРИ СЛУХА

Методические указания к деловой игре № 18

Выпускающий редактор *Н.В. Лутова*

Редактор *А.В. Ерофеева*

Подготовка к публикации *А.В. Ерофеевой*

Рекомендовано Методическим советом

Разрешен к публикации 05.12.2016

Электронный формат – pdf

Объем 0,5 уч.-изд. л.

620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19

Информационный портал УрФУ

http://www.urfu.ru