



Модель, связывающая уровни риска в рабочей среде с профессиональными заболеваниями

Пийа Тинт,

Марина Ярвис,

Карин Рейнхольд

Кафедра охраны труда и техники безопасности
Таллиннский Технический Университет





Необходимость модели (I)

- связать опасности на рабочем месте и проблемы со здоровьем рабочих
- большая заинтересованность среди врачей по производственной медицине
- различный уровень качества анализов риска на производстве



Необходимость модели (II)

- недостаток знаний и ресурсов на малых и средних предприятиях для проведения анализа риска с целью улучшения безопасности труда и поддержания трудоспособности работников
- на многих предприятиях организация безопасности труда часто формальная

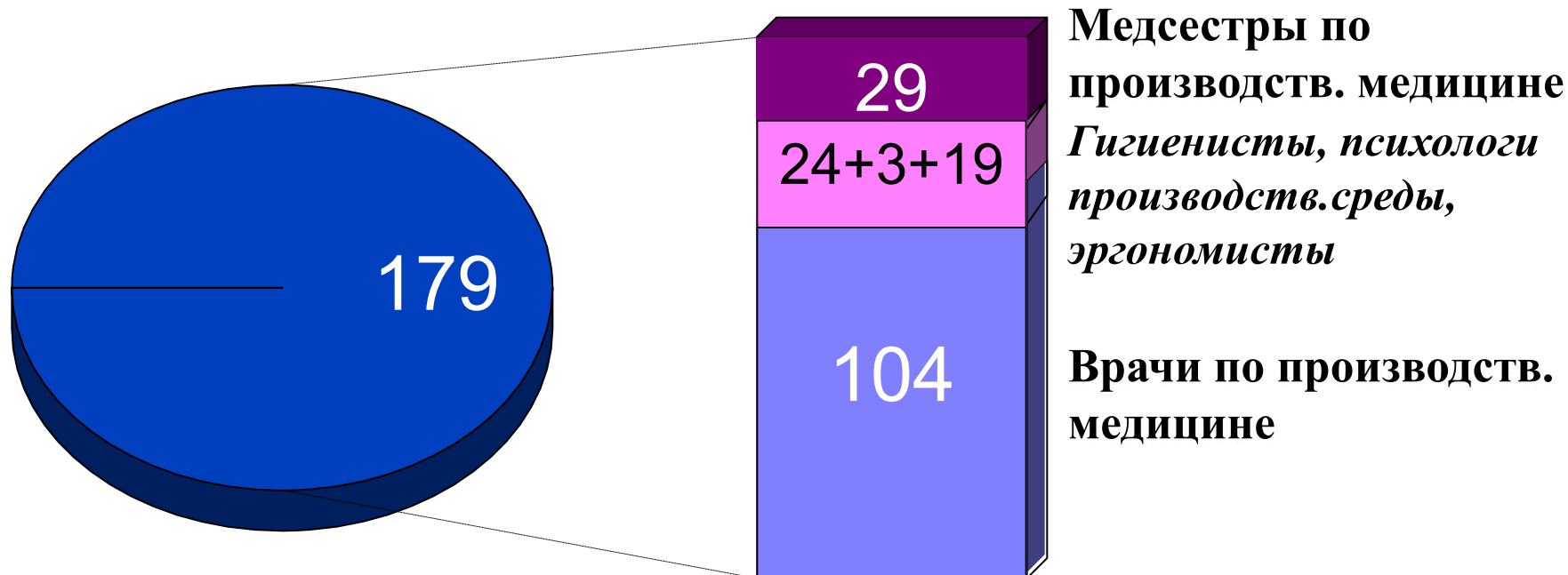


Финансирование здравоохранения в Эстонии

1. Услуги семейных врачей оплачиваются государственной больничной кассой
2. Услуги врачей по производственной медицине оплачивает работодатель
3. Врачи по производственной медицине могут предоставлять свои услуги при наличии лицензии Ведомства Здравоохранения и должны быть оформлены как физическое лицо -предприниматель или юридическое лицо



40-50 % рабочих охвачены службами по
производственной безопасности
(Occupational Health Services, OHS)



Источник: Ведомство Здравоохранение, 2013



Анализ риска

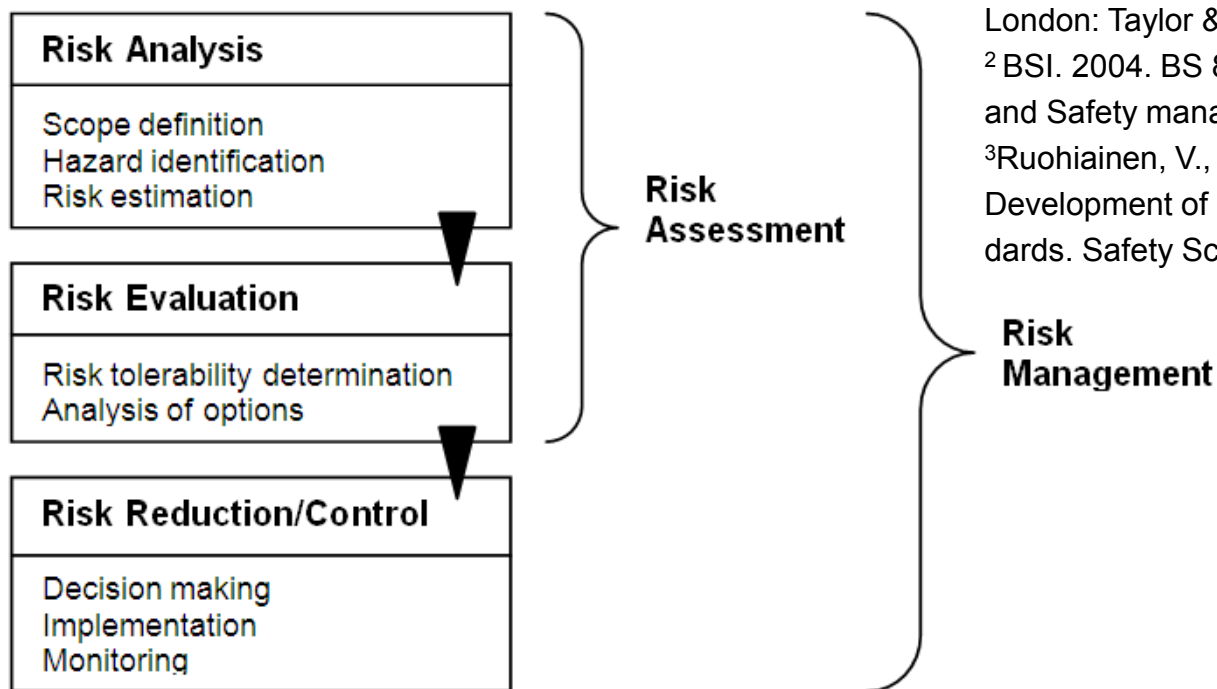
- В соответствии с законом о Гигиене и Производственной безопасности, работодатель должен провести анализ риска на рабочем месте
 1. Возможность - работодатель сам проводит анализ риска
 2. Возможность – работодатель покупает услугу по проведению анализа риска у служб по производственной безопасности

**Закон о Гигиене
и Производственной
Безопасности
(RT I 1999, 60, 616)**



Анализ риска

- Анализ риска – это систематическая процедура для анализа компонентов рабочего места для выявления и оценивания опасностей и параметров безопасности¹ – является основой для управления производственной безопасностью



¹ Harms-Rin управления.

London: Taylor & Francis.

² BSI. 2004. BS 8800:2004 Occupational Health and Safety management Systems. London: BSI.

³Ruohiainen, V., Gunnerhed, M. 2002.

Development of international risk analysis standards. Safety Science, 40, 57-67.



Цель исследования

Основной целью исследования является разработка гибкой модели оценки рисков и её тестирование на примере 18 малых и средних предприятий



Задачи (I)

- Проанализировать существующие модели для анализа риска и выработать оригинальный, гибкий метод, позволяющий работодателям контролировать опасности на рабочих местах
- Провести замеры основных производственных факторов опасности (*химических, пыли, шума, микроклимата, освещения*) на выбранных предприятиях (*машиностроительной, полиграфической, деревообрабатывающей, химической по производству пластических масс и лёгкой по швейному производству*)



Задачи (II)

- Провести анализ риска с применением гибкого метода оценки рисков (*Reinhold et al., 2006*¹)

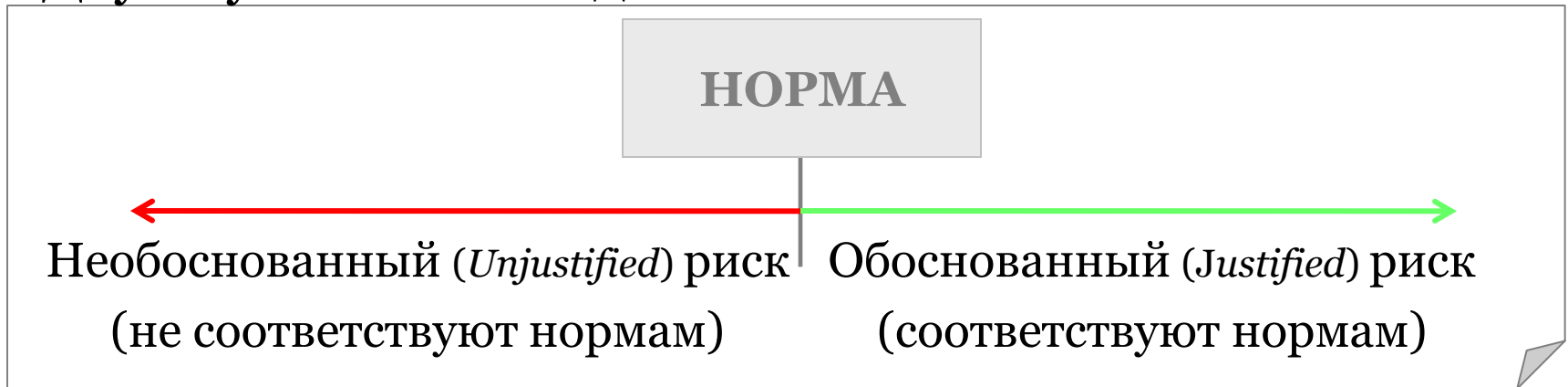
¹ Reinhold, K., Tint, P. & Kiivet, G. 2006. Risk assessment in textile and wood processing industry, *International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering*, 13(2), 115–125

- На основе измерений параметров производственных факторов опасности и данных применения гибкого метода оценки рисков выработать модель, связывающую уровни риска в рабочей среде с профессиональными заболеваниями

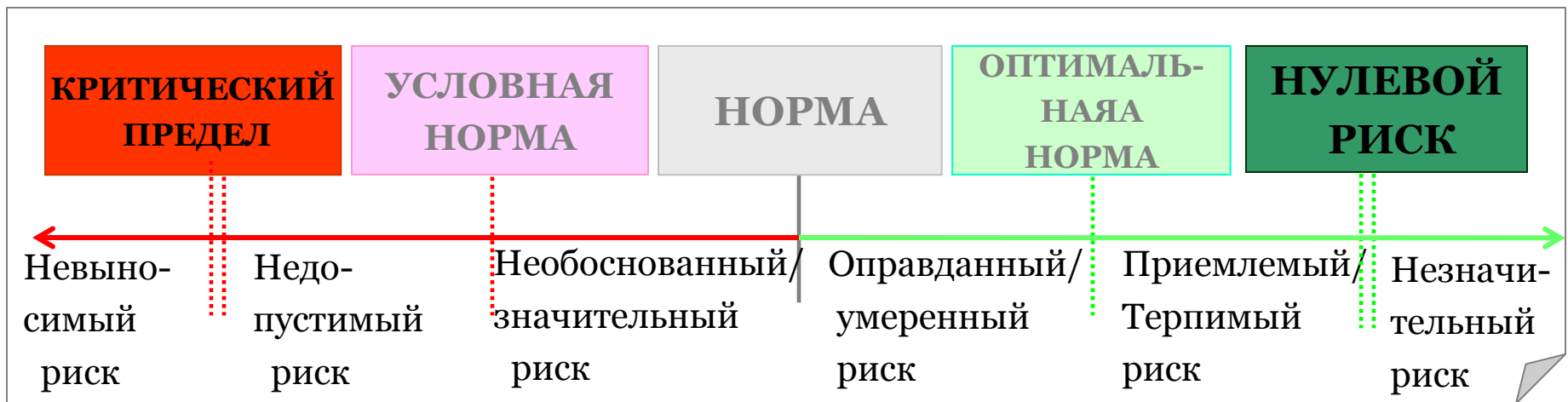


Гибкий метод оценки риска

Двухступенчатая модель



Шестиступенчатой модель





Материалы и методы

- Полуструктурированные интервью с работодателями и групповые интервью с рабочими на предприятиях
- Замеры параметров производственных факторов опасности при использовании стандартных методов
- Анализ риска с применением гибкого метода оценки рисков
- Для связывания уровней риска производственных опасностей и жалоб на здоровье была использована пятиступенчатая модель



Данные о предприятиях

Промышленность	Номер предпр.	Количество рабочих	Осведомлённость работодателей предприятий
Деревообрабатывающая	5	25...200	+ (2 случая) ± (2 случая) -- (1 случай)
Лёгкая промышл. по швейному производству	5	120...225	+ (4 случая) ± (1 случай)
Полиграфическая	3	24...140	+ (2 случая) -- (1 случай)
Машиностроительная	2	90...175	± (2 случая)
Химическая по производству пластических масс	3	25...180	+ (1 случай) ± (2 случая)
Офис	18	15...100	+(9 случаев) ± (7 случаев) -- (2 случая)



Результаты (1): неподходящий микроклимат

Таблица 1. Результаты замеров параметров Микроклимата на предприятиях (машиностроительная промышленность)

No	Department	Indoor air temperature, °C, U* = 0.6 °C		Indoor air humidity, %, U* = 2.0%		Air velocity, workplace, m/s, U* = 0.01 m/s
		Cold season	Warm season	Cold season	Warm season	
1	Preparation	15.2	19.7	31.1	44.3	0.07
2	Assembling	13.3	18.9	34.2	46.2	0.10
3	Specific work	19.0	20.5	32.1	44.1	0.21
4	Machine work	15.0	21.2	32.9	44.4	0.08
5	Welding	10.8	19.5	39.2	47.3	0.02
6	Wire winding	15.9	19.8	32.0	41.4	0.02

(Abbreviation: U* - uncertainty, k=2)

- Критерии риска: внутр. температура воздуха, относительная влажность, скорость движения воздуха
- Метод ISO 7726:1998 “*Thermal environments – Instruments and methods for measuring physical quantities*”

Определение уровней риска:

Отдел 3 —→ Оправданный /приемлемый (*justified*) риск

Отделы 1,2,4,6 —→ Неоправданный (*unjustified*) риск

Отдел 5 —→ Недопустимый (*inadmissible*) риск

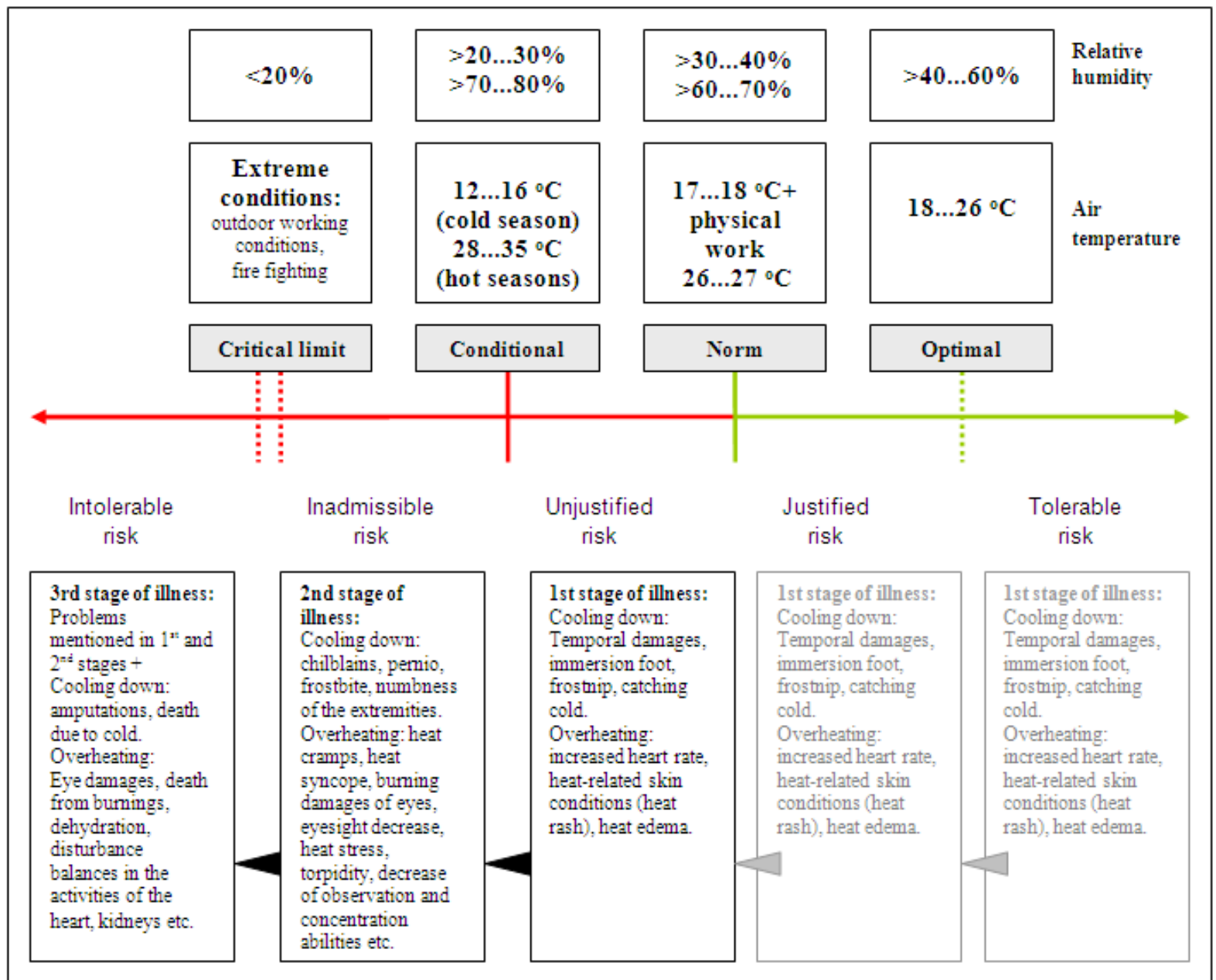


Figure 1. Indoor climate and risk criteria



Результаты (2): несоответствующее освещение

- Критерии риска:
 - Освещенность (*illuminance*), \bar{E}_m
 - Однородность (*Uniformity*), f
 - Индекс цветопередачи (*Colour rendering index*), R_a
 - Блики, мерцания (*Glare, flicker*)
- Метод *DIN 5035-6:1990*
 “*Artificial lighting. Measurement and evaluation*”

Table 2. Results of lighting conditions in a company of mechanical industry, selected workplaces

No	Work station	Lamp type	Illuminance \bar{E}_m , lx	Uniformity, f	CRI R_a	Glare, flicker
1	Die machine Vipros S368	Incandescent	226±23.5	0.65	90	Not observed
2	Guillotine HACO TS3006	Mercury fluorescent	133±13.8	0.5	60	Mild flicker observed
3	Press K 213DC	Incandescent	325±33.8	0.92	90	Not observed
4	Blending machine Amada HFF 130-3	Mercury fluorescent	123±12.8	0.75	60	Mild flicker observed
5	Blending machine Amada HT 50-12T	Mercury fluorescent	262±27.2	0.59	60	Mild flicker observed

Определение уровней риска:

- Рабочее место 1 —→ Оправданный /приемлемый (*justified*) риск
- Рабочее место 3 (low \bar{E}_m) —→ Неоправданный (*unjustified*) риск
- Рабочие места 2,4,5 (небольшое мерцание, низкий CRI, низкая \bar{E}_m) —→
 —→ Недопустимый (*inadmissible*) риск

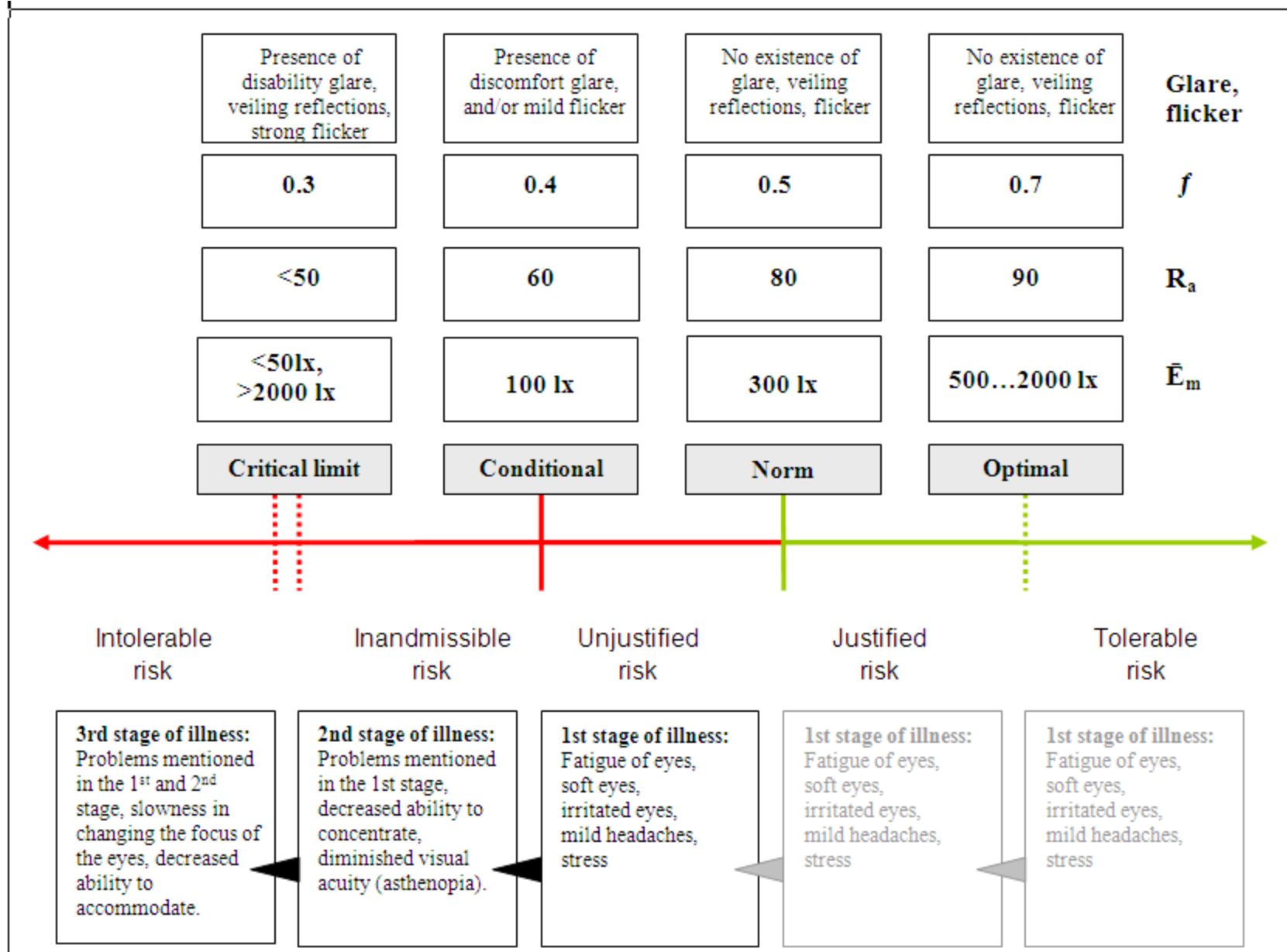


Figure 2. Lighting and risk criteria (for occupations where $\bar{E}_m = 300...500$ lx is recommended)



Результаты (3): производственный шум

- Контроль критериев риска на основе спектрального анализа диапазона октавы и оценка риска, вызванного потерей слуха
- Измеряемая величина: эквивалент непрерывный А-взвешенный уровень звукового давления $L_{aeq,Ti}$ (dB)
- Метод ISO 9612:1997 “Acoustics – Guidance for the measurement and assessment of exposure to noise in a working environment”
- Метод ISO 1999:1990” Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment.”

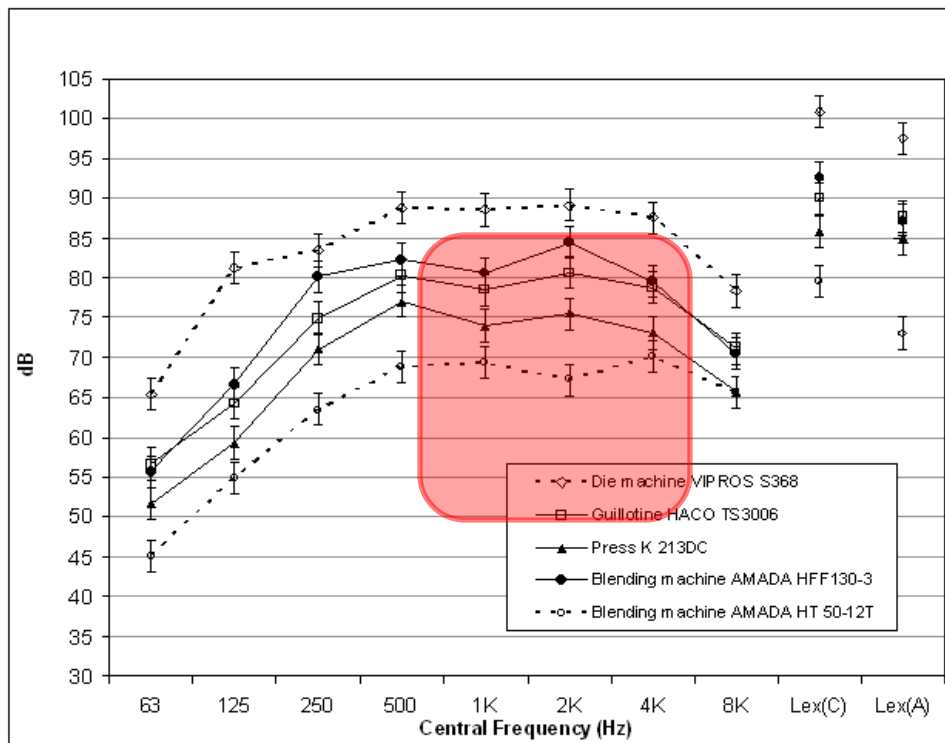


Figure 3. Noise analysis (the octave-band spectrum) – mechanical industry



Результаты (4):

Чрезмерный шум: определение уровня риска

- ▣ Риск инвалидности из-за шума 91,2 дБ:
 - 15 лет профессиональной жизни – незначительный (*insignificant*)
 - 25 лет профессиональной жизни – 17.5%
 - 35 лет профессиональной жизни – 25.0%
- ▣ Риск инвалидности из-за шума 97.5 дБ:
 - 15 лет профессиональной жизни – 21.5%
 - 25 лет профессиональной жизни – 40.5%
 - 35 лет профессиональной жизни – 43.0%
- ▣ 91.2 дБ —————> недопустимый (*inadmissible*) риск
- ▣ 97.5 дБ —————> невыносимый (*intolerable*) риск
- ▣ В соответствии с ISO 1999:1990 “*Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment*”

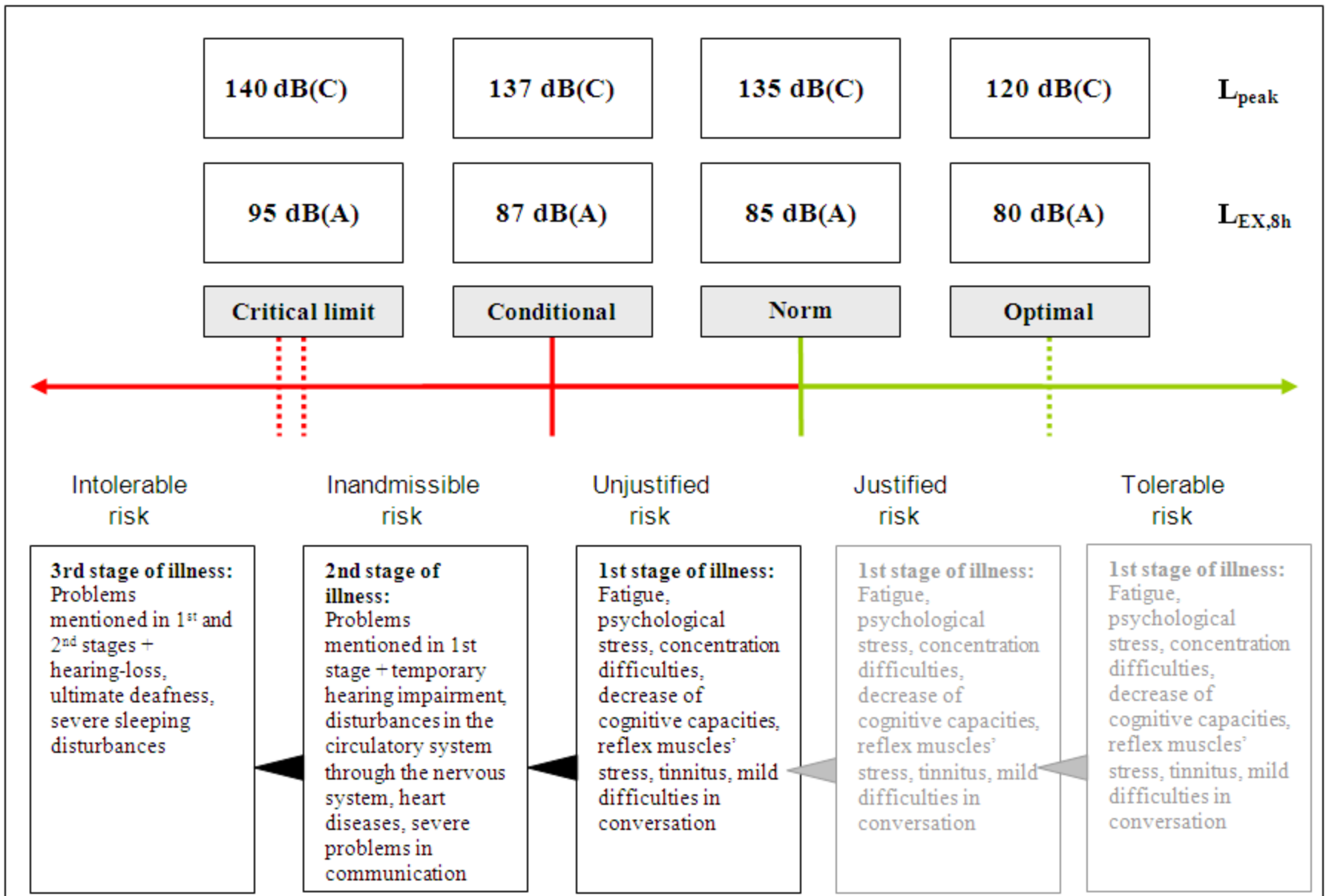


Figure 5. Noise and risk criteria for industrial occupational settings



Результаты (5): Нейротоксические химические вещества

- Четыре химические вещества, которые представляют наибольшую проблему, были использованы для разработки критериев для модели оценки риска
- Критерии риска, основанные на способности химического вещества вызвать типичное профессиональное заболевание, как классифицировано в инструкции OSHA CPL 2.45B

Table 3. Results of measurements of chemicals

Industry	Chemicals, ppm or mg/m ³ U = 10...30%	Exposure limits for chemicals, ppm or mg/ m ³ [10]
Clothing	formaldehyde – n.d.	0.6 mg/ m ³
Printing	isopropanol – 100 ppm	150 ppm
Wood	formaldehyde - 0.5 mg/m ³ toluene – 1...941 mg/ m ³ xylene – 2.5...347 mg/ m ³ butanol – 0.5...285 mg/ m ³ styrene – 1...208 mg/ m ³ benzene – 0.8...1 mg/ m ³	0.6 mg/ m ³ 192 mg/ m ³ ; 221 mg/ m ³ 150 mg/ m ³ 90 mg/ m ³ 1.5 mg/ m ³
Mechanical	ozone – 0.2 ppm carbon monoxide – 0.1...0.2 ppm carbon dioxide – 120...200 ppm nitrogen oxides – n.d.	0.1 ppm 35 ppm 5000 ppm 25 ppm
Plastic	hydrogen fluoride – 0.5 ppm	1.8 ppm
Offices	formaldehyde – n.d. carbon dioxide – 800...3000 ppm	0.6 mg/ m ³ 5000 ppm

(Abbreviations: n.d. – not detected)

Solvent	Boiling point, °C	Odour threshold, mg/m ³	Exposure limit, mg/m ³	IDLH, mg/m ³
Toluene	110.6	11.1	192	1900
o-Xylene	144.4	4.9	221	4000
n-Butanol	117.6 (1-butanol) 98.5 (2-butanol)	3.1 (1-butanol) 7.7 (2-butanol)	150	4300
Styrene	145.2	4	90	3000

Table 4. Essential variables to develop risk criteria

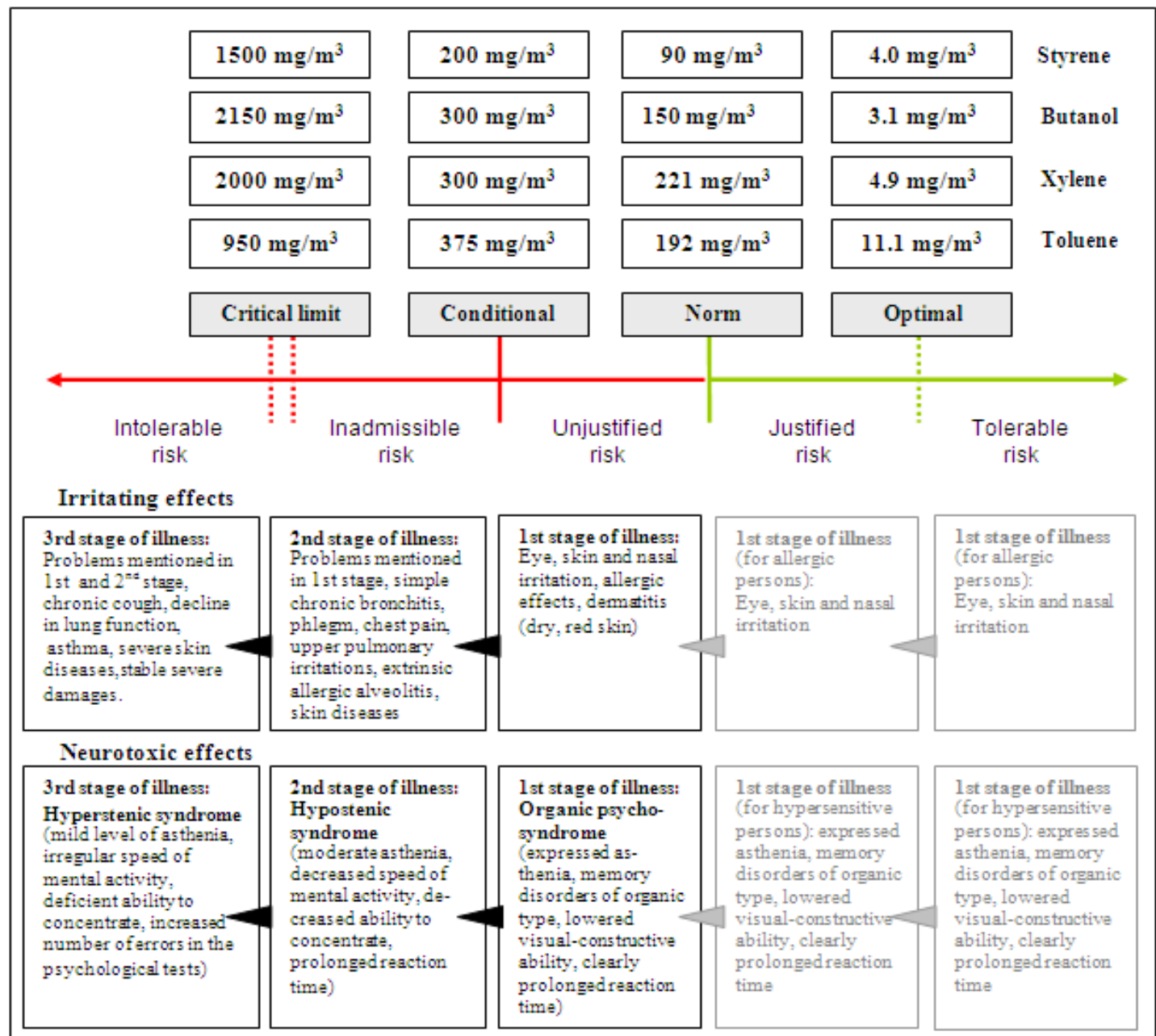


Figure 6. Neurotoxic chemicals and risk criteria



Результаты (6): Пыль

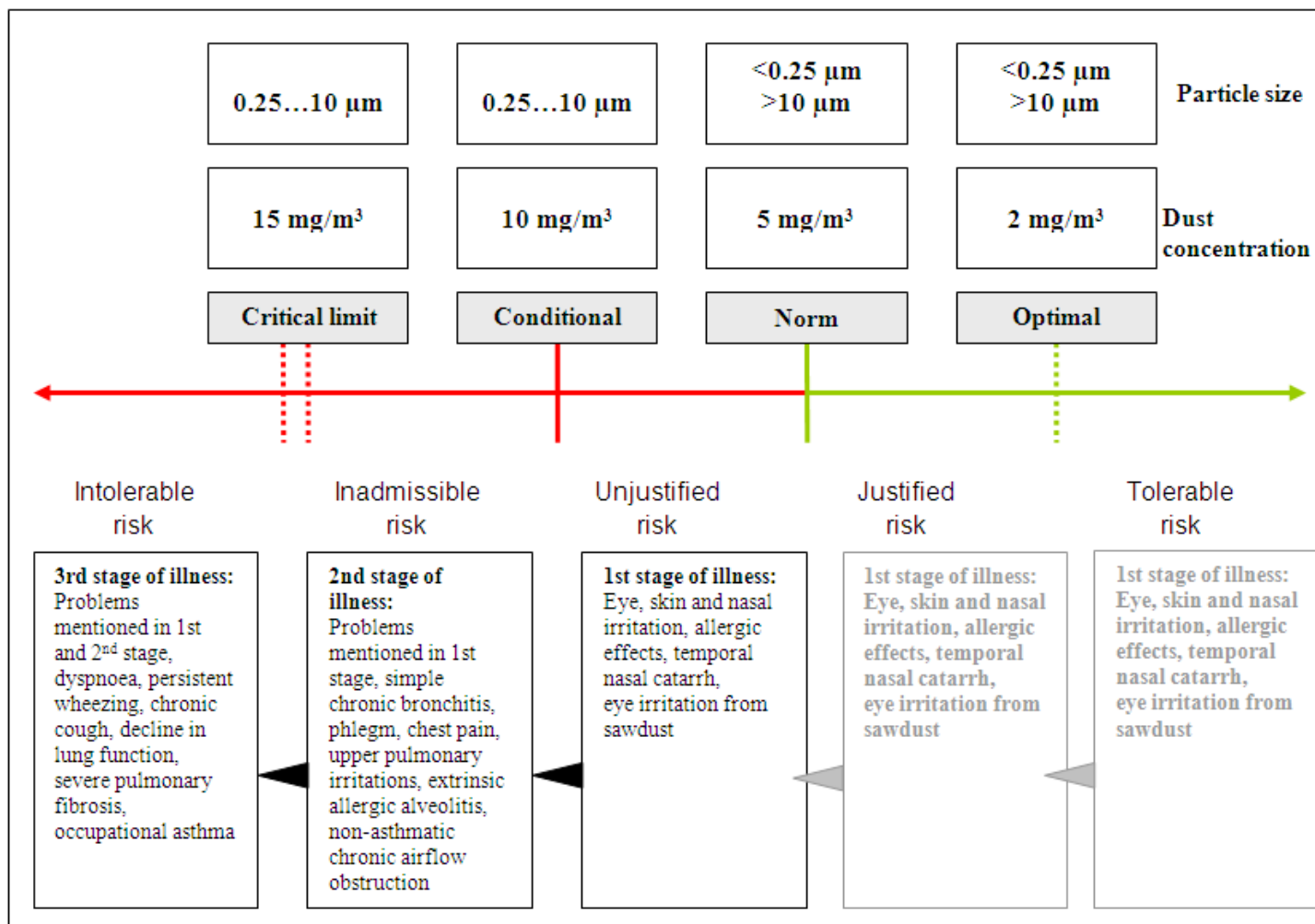


Figure 7. Wood dust and risk criteria



Выводы

- Условия труда варьируются между предприятиями, а также между отраслями промышленности
- Основные факторы опасности с высоким уровнем риска были выявлены - пыль, шум, химические вещества и недостаточное освещение на рабочем месте
- Результаты интервью показали высокую осведомлённость работодателей и работников о возможных опасностях и рисках на своих рабочих местах и мер их предотвращения



Выводы (I)

- Представленная авторами гибкая модель оценки риска была успешно реализована на исследуемых предприятиях, получила положительные отзывы применения модели, как практического инструмента для создания безопасности на рабочем месте
- Гибкая модель оценки риска позволяет оценить риск по пяти-уровневой схеме: незначительный риск, приемлемый риск, умеренный риск, значительный риск, невыносимый риск, а также связать риски с профессиональными заболеваниями



Выводы (II)

Исследование показало, что:

- Гибкий метод оценки риска, разработанный авторами, является эффективным для применения в выбранных отраслях промышленности, особенно для оценки физических и химических рисков
- Использование данных Эстонского эксперимента: пяти или четырёх уровней риска для характеристики рисков в рабочей среде, являются достаточными и легко используемыми для работодателей



Выводы – химические и физические опасности

- ▣ Гибкий метод оценки риска является альтернативным практическим инструментом для создания безопасности на рабочем месте, где выполняется работа с химическими веществами
- ▣ Метод не может быть применён для химических заводов, где несколько других факторов обязательно должны быть приняты во внимание при оценке рисков
- ▣ Риск серьезных опасностей не распространяется на гибкий метод оценки риска
- ▣ Гибкий метод оценки риска был успешно реализован на исследуемых предприятиях для анализа основных физических опасностей



Будущие исследования

- Рекомендации по выбору эффективных мер контроля
- Дальнейшие исследования по интеграции психосоциальных и физиологических производственных факторов опасностей для той же модели



Спасибо!

Piia Tint

Marina Järvis

Karin Reinhold

Эхитаяте теэ 5, 19086, Таллинн,
Эстония,

телефон: +372-6203960,

piia.tint@ttu.ee