

Практическое занятие №10

**Оценка условий  
жизнедеятельности  
человека по факторам  
вредности и  
травмоопасности**

## **Условия труда:**

- 1. Оптимальные (1-й класс)**
- 2. Допустимые (2-й класс)**
- 3. Вредные (3-й класс): 1 степень (3.1)**  
**2 степень (3.2)**  
**3 степень (3.3)**  
**4 степень (3.4)**
- 4. Опасные (травмоопасные) (4-й класс)**

Таблица 1

# Превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Класс условий труда	Вредные вещества							
	Вещества, вызывающие острые отравления		Канцерогены: вещества, опасные для репродуктивного здоровья человека	Аллергены		Противоопухолевые лекарственные средства, гормоны	Наркотические анальгетики	Прочие вредные вещества 1-4 классов опасности
	С острым механизмом действия	Раздражающего действия		Высокоопасные	Умеренноопасные			
допустимый 2	≤ ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК	≤ ПДК	-	-	≤ ПДК
предельный:								
3.1	1.1-2.0	1.1-2.0	1.1-2.0	-	1.1-2.0	-	-	1.1-3.0
3.2	2.1-4.0	2.1-5.0	2.1-4.0	1.1-3.0	2.1-5.0	-	+	3.1-10.0
3.3	4.1-6.0	5.1-10.0	4.1-10.0	3.1-15.0	5.1-15.0	-	-	10.1-15.0
3.4	6.1-10.0	10.1-50.0	>10.0	15.1-20.0	15.1-20.0	+	-	15.1-20.0
опасный 4	> 10.0	>50.0	-	>20.0	>20.0	-	-	>20.0

Таблица 2

# Превышения предельно допустимых уровней (ПДУ) шума, локальной, общей вибрации, инфра- и ультразвука на рабочем месте

Класс условий труда	Фактор и его показатель					
	Шум, эквивалентный уровень звука, дБА	Вибрация локальная	Вибрация общая	Инфразвук, общий уровень звукового давления, измеренный по линейной шкале, дБ	Ультразвук воздушный, уровни звукового давления в третьоктавных полосах частот, дБ	Ультразвук контактный, уровень виброскорости, дБ
		Виброскорость, виброускорение; эквивалентный скорректированный уровень, превышение на ... дБ/среднее квадратическое значение, превышение в ... раз				
Допустимый 2	<ПДУ	<ПДУ	<ПДУ	<ПДУ	<ПДУ	<ПДУ
Вредный: 3.1 3.2 3.2 3.4	5 15 25 35	3/1,4 6/2 9/2,8 12/4	6/2 12/4 18/6 24/8	5 10 15 20	10 20 30 40	5 10 15 20
Опасный 4	>35	>12/4	>24/8	>20	>40	>20

# Превышения ПДУ неионизирующих электромагнитных полей и излучений, раз

Класс условий труда	Фактор											
	Геоманитное поле (ослабленное)	Электростатическое поле	Постоянное магнитное поле	Электрические поля промышленной частоты (50 Гц)	Магнитные поля промышленной частоты (50 Гц)	Электромагнитные поля на рабочем месте пользователя ПЭВМ	Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона					Широкополосный электромагнитный импульс
							0,01—0,03 МГц	0,03—3,0 МГц	3,0—30,0 МГц	30,0—300,0 МГц	300,0 МГц—300,0 ГГц	
Оптимальный 1	Естественный фон					—	Естественный фон					—
Допустимый 2	<ВДУ	<ПДУ	<ПДУ	<ПДУ	<ПДУ	<ВДУ	<ПДУ	<ПДУ	<ПДУ	<ПДУ	<ПДУ	<ПДУ
Вредный:												
3.1	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	>ВДУ	≤5	≤5	≤5	5	≤5	≤5
3.2	>5	>5	>5	>10	>10	—	≤10	≤10	≤5	≤5	≤5	>5
3.2	—	—	—	>10	>10	—	>10	>10	≤10	≤10	≤10	—
3.4	—	—	—	—	—	—	—	—	>10	>10	>10	—
Опасный 4	—	—	—	>40	—	—	—	—	—	>100	>100	>50

Примечание. ВДУ — временные допустимые уровни.

# Превышение ПДУ неионизирующих электромагнитных излучений оптического диапазона (лазерное, ультрафиолетовое)

Класс условий труда	Излучение			
	Лазерное		Ультрафиолетовое	
	при хроническом воздействии	при однократном воздействии	при наличии производственных источников УФ-А + + УФ-В, УФ-С, Вт/м <sup>2</sup>	при наличии источников УФО профилактического назначения (УФ-А), мВт/м <sup>2</sup>
Допустимый 2	$\leq \text{ПДУ}_1$	$\leq \text{ПДУ}_2$	ДИИ	9—45
Вредный 3.1	$\leq \text{ПДУ}_1$	$> \text{ПДУ}_2$	$> \text{ДИИ}$	—
3.2	—	$\leq 10 \text{ ПДУ}_2$	—	—
3.3	—	$< 10^2 \text{ ПДУ}_2$	—	—
3.4	—	$< 10^3 \text{ ПДУ}_2$	—	—
Опасный 4	—	$> 10^3 \text{ ПДУ}_2$		

Примечание. УФ — ультрафиолетовое излучение с длиной волны: УФА-А — 400...320 нм (длинноволновое, ближнее УФ-излучение); УФ-В — 320...280 нм (средневолновое, загарная радиация); УФ-С — 280...200 нм (коротковолновое, бактерицидная радиация); УФО — ультрафиолетовое облучение; ДИИ — допустимая интенсивность излучения.

Таблица 5

## Тяжесть трудового процесса

Показатель	Класс условий труда			
	Оптимальный 1 (легкая физическая нагрузка)	Допустимый 2 (средняя физическая нагрузка)	Вредный (тяжелый труд)	
			3.1	3.2
<b>Физическая динамическая нагрузка</b> (единицы внешней механической работы за смену, кг · м): при региональной нагрузке (с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса) при перемещении груза на расстояние до 1 м при общей нагрузке (с участием мышц рук, корпуса, ног): при перемещении груза на расстояние от 1 до 5 м при перемещении груза на расстояние более 5 м	До 2500/До 1500	До 5000/До 3000	До 7000/До 4000	До 7000/До 4000
при перемещении груза на расстояние от 1 до 5 м при перемещении груза на расстояние более 5 м	До 12 500/До 7500 До 24 000/До 14 000	До 25 000/До 15 000 До 46 000/До 28 000	До 35 000/До 25 000 До 70 000/40 000	Более 35 000/Более 25 000 Более 70 000/Более 40 000
<b>Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную, кг:</b> подъем и перемещение (разовое) тяжести при чередовании с другой работой (до 2 раз в час) подъем и перемещение (разовое) тяжести постоянно в течение рабочей смены	До 15/До 5 До 5/До 3	До 30/До 10 До 15/До 7	До 35/до 12 До 20/До 10	Более 35/Более 12 Более 20/Более 10
<b>Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены:</b> с рабочей поверхности с пола	До 250/До 100 До 100/До 50	До 870/До 350 До 435/До 175	До 1500/До 700 До 600/До 350	Более 1500/Более 700 Более 600/Более 350
<b>Стереотипные рабочие движения, количество за смену:</b> при локальной нагрузке (с участием мышц кистей и пальцев рук) при региональной нагрузке (при работе с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса)	До 20 000 До 10 000	До 40 000 До 20 000	До 60 000 До 30 000	Более 60 000 Более 30 000
<b>Статическая нагрузка за смену при удержании груза, приложении усилий, 10 Н · с</b> одной рукой двумя руками с участием мышц корпуса и ног	До 18 000/До 11 000 До 36 000/До 22 000 До 43 000/До 26 000	До 36 000/До 22 000 До 70 000/До 42 000 До 100 000/До 60 000	До 70 000/До 42 000 До 140 000/До 84 000 До 200 000/До 120 000	Более 70 000/Более 42 000 Более 140 000/Более 84 000 Более 200 000/Более 120 000

Примечание. В числителе указаны данные для мужчин, в знаменателе — для женщин.

# Таблица 6

## Напряженность трудового процесса

Класс условий труда	Нагрузки			
	Интеллектуальные		Сенсорные	Эмоциональные
	Содержание работы	Восприятие сигналов (информации) и их оценка	Длительность сосредоточенного наблюдения, % от времени смены	Степень ответственности за результаты собственной деятельности. Значимость ошибки
Оптимальный 1 (напряженность труда легкой степени)	Отсутствует необходимость принятия решения	Восприятие сигналов, не требуется коррекция действий	До 25	Несет ответственность за выполнение отдельных элементов заданий. Влечет за собой дополнительные усилия в работе со стороны работника
Допустимый 2 (напряженность труда средней степени)	Решение простых задач по инструкции	Восприятие сигналов с последующей коррекцией действий и операций	26 - 50	Несет ответственность за функциональное качество вспомогательных работ (заданий). Влечет за собой дополнительные усилия со стороны вышестоящего руководства (бригада, мастера и т.п.)
Вредный (напряженный труд) 3.1	Решение сложных задач с выбором по известным алгоритмам (работа по серии инструкций)	Восприятие сигналов с последующим сопоставлением фактических значений параметров с их номинальными значениями. Заключительная оценка фактических значений параметров	51 - 75	Несет ответственность за функциональное качество основной работы (задания). Влечет за собой исправления за счет дополнительных усилий всего коллектива (группы, бригады и т.п.)
3.2	Эвристическая (творческая) деятельность, требующая алгоритма решения, единоличного руководства в сложных ситуациях	Восприятие сигналов с последующей комплексной оценкой связанных параметров. Комплексная оценка всей производственной деятельности	Более 75	Несет ответственность за функциональное качество конечной продукции, работы, задания. Влечет за собой повреждение оборудования, остановку технологического процесса. Может возникнуть опасность для жизни

Таблица 7  
 Параметры световой среды

Класс условий труда	Освещение				
	Естественное	Искусственное			
	Коэффициент естественного освещения КЕО, %	Освещенность рабочей поверхности $E$ , лк, для разрядов зрительных работ		Прямая и зеркально отраженная блескость	Коэффициент пульсации освещенности, %
I—III, А, Б1		IV—XIV, Б2, В, Г, Д, Е, Ж			
Допустимый 2	$\geq 0,5$	$E_n$	$E_n$	Отсутствие	$K_{пн}$
Вредный 3.1 3.2	0,1—0,5 $< 0,1 E_n$	От $< 0,5 E_n$ до $< E_n$ $< 0,5 E_n$	$< E_n$	Наличие	$> K_{пн}$
Примечание. Индексом "н" обозначены нормативные значения параметров.					

Пороговые значения уровней вредных факторов для  
класса 4

Вредные факторы	Значения уровней факторов
Вредные вещества 1—2-го классов опасности Вредные вещества, опасные для развития острого отравления Шум, дБА Вибрация локальная, дБ Вибрация общая, дБ Тепловое излучение Электрические поля промышленной частоты Лазерное излучение	>20 ПДК >10 ПДК Превышение ПДУ > 35 Превышение ПДУ > 12 Превышение ПДУ > 24 >2800 Вт/м <sup>2</sup> >40 ПДК >10 <sup>3</sup> ПДУ при однократном воздействии

# 1. Оценка ущерба здоровью, обусловленного неблагоприятными условиями жизненного пространства

Сокращение продолжительности жизни (СПЖ) в сутках потерянной жизни за год:

$$СПЖ_{\Sigma} = СПЖ_{пр} + СПЖ_{г} + СПЖ_{б}$$

где СПЖ<sub>пр</sub>, СПЖ<sub>г</sub>, СПЖ<sub>б</sub> — время сокращения продолжительности жизни человека при пребывании его, соответственно, в производственных, городских и бытовых условиях, сут.

# Снижение продолжительности жизни по фактору неблагоприятных условий производства:

$$СПЖ_{np} = (K_{np} + K_T + K_H)(T - T_H)$$

где  $K_{np}$  — ущерб здоровью на основании оценки условий труда по факторам производственной среды, сут./год;  $K_T$  — ущерб здоровью по показателю тяжести трудового процесса, сут./год;  $K_H$  — ущерб здоровью по показателю напряженности трудового процесса, сут./год;  $T$  — возраст человека, лет;  $T_H$  — возраст к началу трудовой деятельности, лет.

# Определение ущерба здоровью на основании общей оценки класса условий труда

Фактические условия труда	Класс условий труда	Ущерб $K_{пр}$ , суток за год
1 фактор класса 3.1	3.1	2,5
2 фактор класса 3.1	3.1	3,75
3 и более факторов класса 3.1	3.2	5,1
1 фактор класса 3.2	3.2	8,75
2 и более факторов класса 3.2	3.3	12,6
1 фактор класса 3.3	3.3	18,75
2 и более факторов класса 3.3	3.4	25,1
1 фактор класса 3.4	3.4	50,0
2 и более факторов класса 3.4	4	75,1
Наличие факторов класса 4	4	75,1

Ущерб здоровью по показателю тяжести  
трудового процесса

Фактические условия труда	Класс условий труда	Ущерб $K_T$ , суток за год
Менее 3 факторов класса 2	2	—
3 и более факторов класса 2	3.1	2,5
1 фактор класса 3.1	3.1	3,75
2 и более факторов класса 3.1	3.2	5,1
1 фактор класса 3.2	3.2	8,75
2 фактора класса 3.2	3.3	12,6
Более 2 факторов класса 3.2	3.3	18,75

Ущерб здоровью по показателю  
напряженности трудового процесса

Класс вредности условий труда	Время сокращения продолжительности жизни, сут./год	
	Диапазон	Среднее значение $K_H$
3.1	2,5...5,0	3,75
3.2	5,1...12,5	8,75
3.3	12,6...25,0	18,75
3.4	25,1...75,0	50,0
4	75,1	—

Сокращение продолжительности жизни человека по фактору неблагоприятных условий городской среды:

$$СПЖ_2 = K_{21}T_T + K_{22} \frac{t}{24} T_T$$

где  $K_{21}$  и  $K_{22}$  — ущерб здоровью по вредным факторам городской среды, соответственно, от загрязнения воздуха и поездки на общественном транспорте, сут./год;  $t$  — время, затрачиваемое человеком ежедневно на проезд на работу и домой, ч;  $T_T$  — количество лет, в течение которых человек использует общественный транспорт для поездки на работу в городе.

Сокращение продолжительности жизни человека по фактору неблагоприятных бытовых условий, в предположении, что человек курит:

$$СПЖ_{\text{б}} = K_{\text{б1}}T + K_{\text{б2}} \frac{n}{20} T_{\text{к}}$$

где  $K_{\text{б1}}$  и  $K_{\text{б2}}$  — ущерб здоровью по вредным факторам бытовой среды соответственно от неблагоприятных жилищных условий и от курения, сут./год;  $n$  — количество сигарет, выкуриваемых человеком в день, отнесенное к 20 сигаретам, приводящим к отравлению, пограничному между хроническим и острым;  $T_{\text{к}}$  — стаж курильщика, лет.

Таблица 12

## Ущерб здоровью по вредным факторам городской и бытовой среды

Среда	Вредные факторы		
	Наименование	Обозначение	Ущерб, сут./год
Городская	Загрязнение воздуха в крупных городах	$K_{Г_1}$	5
	Ежедневная поездка в часы "пик" в общественном транспорте	$K_{Г_2}$	2
Бытовая	Проживание в неблагоприятных жилищных условиях	$K_{Б_1}$	7
	Ежедневное курение	$K_{Б_2}$	50

## 2. Оценка риска получения человеком травм с различными исходами в производственных, городских и бытовых условиях

Индивидуальный риск  $R$ :

$$R = \frac{N_{TP}}{N}$$

где  $N_{TP}$  — число травм за некоторый период времени;  $N$  — среднесписочная численность работавших за тот же период.

Коэффициент частоты травматизма:

$$K_{\text{ч}} = \frac{N_{\text{ТР}}}{N} 1000$$

Коэффициент частоты несчастных случаев с летальным исходом:

$$K_{\text{л.и}} = \frac{N_{\text{л.и}}}{N} 1000$$

где  $N_{\text{ли}}$  — число травм с летальным исходом.

Риск получения на производстве травмы  $R_T$

$$R_{TP} = \frac{K_u}{1000}$$

Риск получения травмы с летальным  
исходом  $R_{л.и}$

$$R_{л.и} = \frac{K_{л.и}}{1000}$$

Отрасль, профессия	$K_{\text{ч}}$	$K_{\text{л.н}}$
По всем отраслям	5,0	0,15
<b>Промышленность</b> (в среднем)	5,5	0,133
Электроэнергетика	1,7	0,131
Тепловые сети	3	0,132
Черная металлургия	3,6	0,146
Цветная металлургия	4,5	0,216
Приборостроение	3,1	0,061
Автомобильная промышленность	4,6	0,069
Лесопильное производство	16,7	0,246
Мясная и молочная промышленность	7,4	0,079
<b>Сельское хозяйство</b>	8,3	0,216
<b>Транспорт</b>	3,6	0,162
Железнодорожный	1,3	0,111
Водный	5,0	0,345
Авиационный	2,5	0,264
<b>Строительство</b>	5,3	0,312
<b>Коммунальное хозяйство</b>	3,2	0,037
Водитель	—	0,32
Электросварщик	—	0,20
Газосварщик	—	0,21
Грузчик	—	0,18
Слесарь	—	0,11
Крановщик	—	0,14

Таблица 13  
Коэффициенты  
частоты  
травматизма и  
частоты  
несчастных  
случаев с  
летальным  
исходом для  
отдельных  
отраслей и  
некоторых  
профессий

# Риск гибели людей в непроизводственных условиях города $R_{Г}$ и быта $R_{Б}$

Причина	$R_{Г}$ или $R_{Б}$
Автокатастрофа	$2,5 \cdot 10^{-4}$
Авиакатастрофа	$1 \cdot 10^{-5}$
Электротравма	$6 \cdot 10^{-6}$
Падение человека	$1 \cdot 10^{-4}$
Падение предметов на человека	$6 \cdot 10^{-6}$
Воздействие пламени	$4 \cdot 10^{-5}$
Утопление	$3 \cdot 10^{-5}$
Природные явления (молнии, ураганы и пр.)	$10^{-6} \dots 10^{-7}$

# Вероятность гибели человека в цепи несовместимых событий

$$R_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n R_i$$

где  $R$  — суммарный риск от  $n$   
последовательных событий;  $R_i$  —  
вероятность индивидуального события.

# Задача №1

Определите сокращение продолжительности жизни заточника в зависимости от класса условий труда в механическом цехе, условий проживания и поведения, определите суммарный риск гибели заточника.

Работа ведется электрокорундовыми кругами. Количество окиси кремния (3-й класс опасности) в воздухе рабочей зоны превышает ПДК в 1,5 раза. При заточке присутствует отраженная блескость. При контакте со шлифовальным кругом, вращающимся со скоростью 6300 мин<sup>-1</sup>, заточник испытывает воздействие локальной вибрации, превышающей допустимую на 9 дБ.

Уровень шума превышает допустимый на 25 дБА.

Освещенность в цехе из-за сильного загрязнения системы освещения составляет 0,5 *Ен* (разряд зрительной работы — IV).

Живет заточник около нефтеперерабатывающего завода, ему 45 лет, трудиться начал с 15 лет, выкуривает более 20 сигарет в день в течение 30 лет. Время в пути до места работы составляет 1 ч, в транспорте заточник также подвергается воздействию вибрации.

# Оценка условий труда по степени вредности и опасности и по показателям тяжести и напряженности

Фактор	Класс условий труда						
	оптимальный	допустимый	вредный				опасный
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4

# Итоги расчета СПЖ, показателей травматизма и риска по видам деятельности

Показатель	Расчетные данные
СПЖпр	
СПЖг	
СПЖб	
СПЖсумм.	
Кч	
Кл.и	
Кг	
Кб	
Rг	
Rб	
Rсум.	

## Задача №2

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели мастера (инженера) участка виброуплотнения и термообработки стержневых смесей литейного цеха. Вентиляция в цехе работает неэффективно. Печи индукционного нагрева работают на частоте 3,0 МГц с интенсивностью поля, превышающей ПДУ более чем в 5 раз. Вибрация на рабочем месте мастера превышает допустимую на 12 дБ. Уровень шума превышает допустимый на 15 дБ А. Интенсивность теплового потока на рабочем месте 1,05 кВт/м<sup>2</sup> (норма 0,35 кВт/м<sup>2</sup>).

Запыленность алюминиевой, магниевой пылью (2-й класс опасности, без особого действия), загазованность воздуха рабочей зоны парами аммиака, ацетона, окисью углерода (3-й класс опасности, влияет на репродуктивную функцию) превышает ПДК в 7 раз.

Мастер живет за городом, куда добирается на электричке и автобусе в течение 1,5 ч. Дом его расположен около железнодорожного переезда и уровень инфразвука от маневровых тепловозов в доме в ночное время превышает ПДУ на 10 дБ. Ему 60 лет, из них 45 лет он курит и выкуривает в среднем по 12 сигарет в день. Трудовой стаж 40 лет.