

Лекция 13 -18

Факторы отрицательного воздействия
на человеческий организм
и ограничения на их величину по санитарным нормам

1. Электромагнитные поля
2. Звуковые шумы
3. Низкая освещенность
4. Загрязнение тяжелыми металлами
5. Воздействие радиацией
6. Воздействие наночастицами

(С) Аржанников А. В.

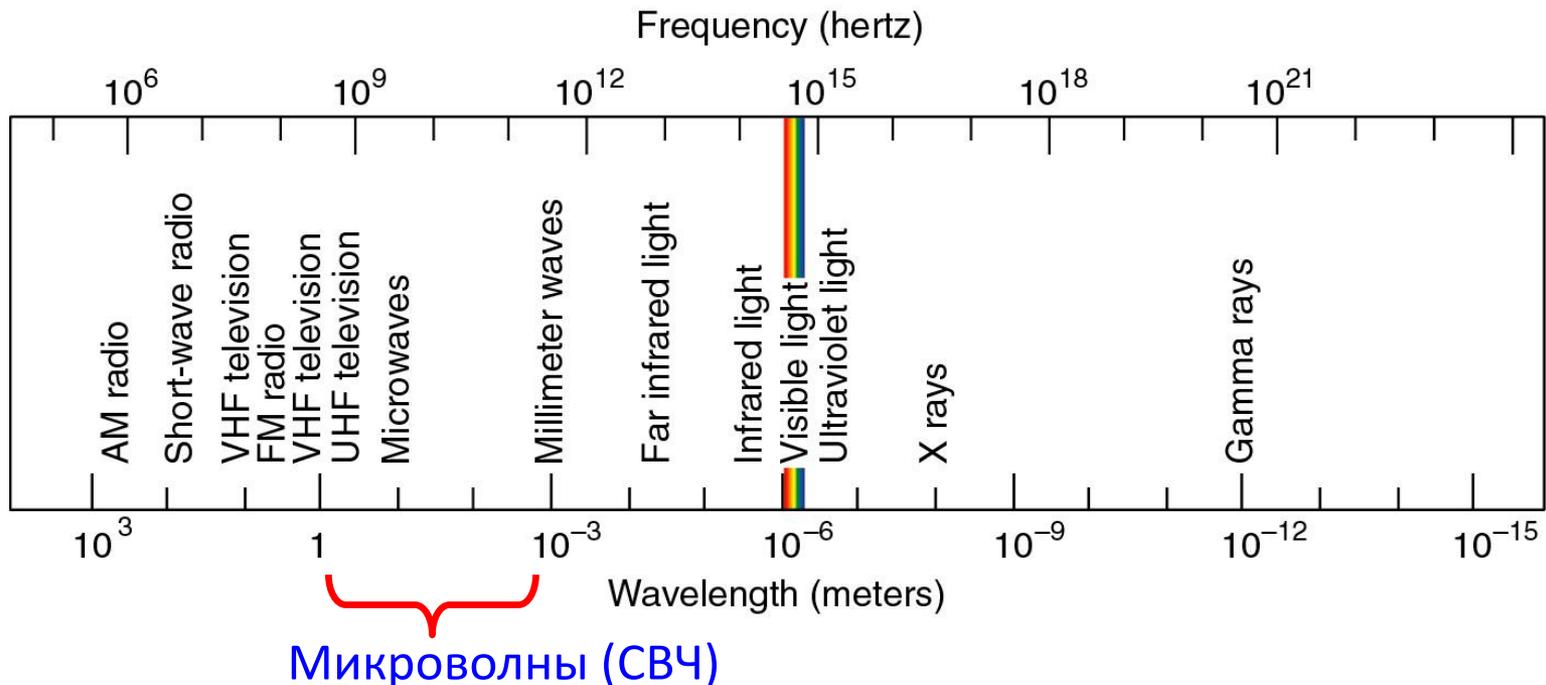


*Электромагнитное поле
различной природы
и его влияние на живые организмы*

Используемые диапазоны в электромагнитном излучении

- Длинноволновая часть спектра: Радио-, Микроволны
- Средняя часть: Инфракрасные волны, Видимый свет, ультрафиолет
- Коротковолновая часть: Рентгеновские и гамма-лучи

Диапазон СВЧ частот примерно от 300 МГц до 300 ГГц
(длина волны от нескольких метров до долей сантиметра)



ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ: ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ИСКУССТВЕННЫЕ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ.

- 1. Геофизические электромагнитные процессы**
- 2. Биологические электромагнитные поля**
- 3. Влияние активности Солнца на биосферу Земли**
- 4. Влияние ЭМП на биологические объекты**
 - 4.1. Влияние ЭМП на нервную систему**
 - 4.2. Система крови**
 - 4.3. Сердечно-сосудистая система**
 - 4.4. Неспецифические реакции на ЭМП**
- 5. О влиянии техногенных электромагнитных полей**
- 6. Применение ЭМП в медицине**
- 7. О физико-химических механизмах действия электромагнитных полей**

Магнитное поле Земли

Геомагнитные вариации на поверхности Земли.

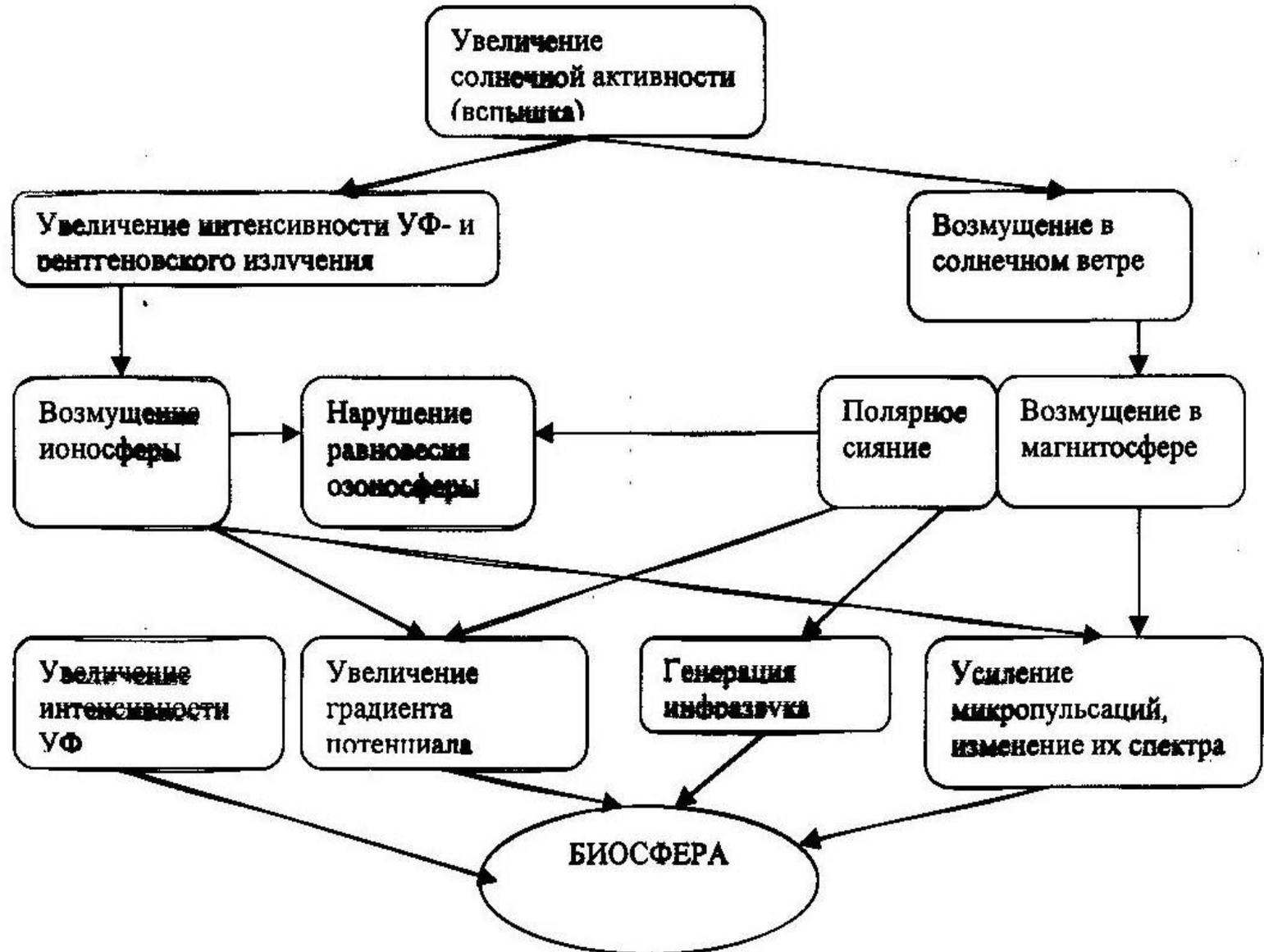
	Обозначение	Период	Амплитуда, нТл
Периодические (спокойные) вариации			
Годовые	Y	1 год	5-30
Солнечносуточные	Sq	24 часа	10-70
Лунносуточные	L	24 часа 50 мин	1-7
Возмущенные вариации			
Аперриодические	Dst	10-200 ч	10-400
Солнечносуточные	Sa0	24 ч	10-400
Бухтообразные	B	0.5-3 ч	30-1000
Иррегулярные	I	5-60 ч	10-3000
Короткопериодические вариации (микроразрывы)			
Устойчивые	Pc1	0.2-5 с (5-0.2 Гц)	0.01-1
	Pc2	5-10 с (0.2-0.1 Гц)	0.1-10
	Pc3	10-45 с (0.1-0.02 Гц)	0.4-20
	Pc4	45-150 с (0.02-0.007 Гц)	0.5-40
	Pc5	150-600 с (0.007-0.002 Гц)	1-100
Иррегулярные	Pi1	1-40 с	0.03-2
	Pi2	40-150 с	1-20
	Pi3	150-400 с	5-100
	Pi4	400-600 с	10-300

Инфранизкие частоты, влияющие на живые организмы

Обнаруженные биоэффективные частоты в ИНЧ-диапазоне.

Реакция организма	Частоты, Гц
Изменения в ЭЭГ	0.01, 0.1, 0.5, 2, 9, 10, 400
Усвоение ритма ПемП	0.5, 2, 4.5, 5, 7, 8, 9
Время реакции на сигнал у людей	0.01, 0.2, 0.5, 2-6, 8-9
Высшая нервная деятельность животных	0.6, 1, 5, 7, 8, 20, 45, 75, 100
Гуморально-гормональная регуляция	0.03, 1, 50
Сердечно-сосудистая система	0.5, 1, 2, 3, 8
Система крови	0.02, 0.06, 0.2, 0.5-0.6, 1-2, 5-6, 8, 12, 50, 80
Скорость гликолиза	0.01, 0.1, 1, 2, 6, 10, 50, 100
Размножение бактерии E. Coli CA-23	0.01, 0.1, 0.5, 0.6, 1, 6

Схема воздействия солнечной активности на биосферу



Характерные значения параметров электромагнитного поля (электрическое поле)

0.1 Тл - магнитное поле в активной области на Солнце

0.1 мкВ/см – чувствительность электрорецепторов рыб

0.4 мВ/м – фоновый уровень ЭМП в первом резонансе полости (* Гц)⁸

0.1 В/м - порог биологических реакций в СНЧ-диапазоне

0.2 В/м - порог чувствительности модифицированной реакции

Пиккарди (0.01 Гц)

15 В/м – электрическое поле у поверхности тела человека

130 В/м – электростатическое поле Земли у ее поверхности

3.5-5.0 кВ/м – поле под ЛЭП 330 Кв

10.0-15.0 – поле под ЛЭП 750 кВ

10⁴ В/м – поле под грозовым облаком

10⁷ В/м – поле в мембране клетки

10 мкВт/кв.см – ПДУ для ВЧ-излучений в России и бывшем СССР

10 мВт/кв.см – ПДУ в США

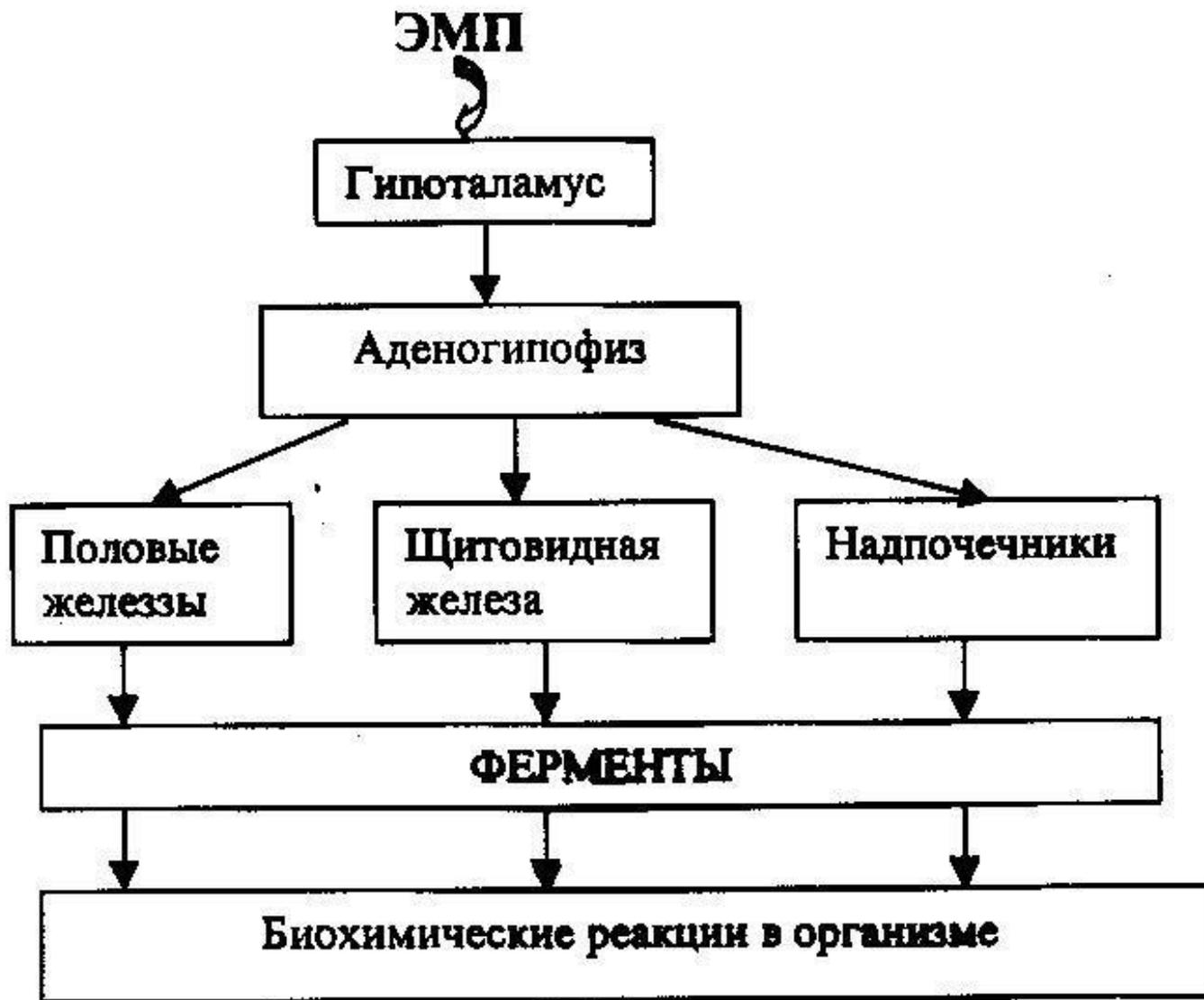
• Энергетические масштабы земных процессов

3.542 * 10²⁶ эрг – энергосработка человечества на производство электроэнергии в 1990г.

(1-9) * 10²⁴ эрг/год – мощность геомагнитной активности (магнитные бури)

(1-9) * 10²⁶ эрг/год – мощность сейсмического процесса Земли

Схема влияния электромагнитного поля на эндокринную систему



Влияние на живой организм электромагнитного поля промышленной частоты

На организм в целом

50 Гц, 20 мТл:

5-8 мин. – в крови возрастает уровень кортикостероидов, достигая значительных величин через 15-30 мин.;

6-24 часов – повышенная активность щитовидной и половых желез, надпочечников и аденогипофиза, снижение уровня инсулина и тканевая гипоксия (из-за нарушения свойств эритроцитов, повышения проницаемости мембран и сосудистых стенок, расстройства динамики крови и лимфы): клетки переходят на анаэробный обмен веществ;

5 дней по 6.5 часов в сутки – активность гипоталамо-гипофизарной системы падает, снижение содержания инсулина, угнетение ферментов тканевого дыхания, значительное усиление менее эффективного анаэробного гидролиза. Наиболее сильно ослабляются функции семенников. Восстановление наблюдается только через 3 недели.

Влияние электромагнитного поля на нервную систему

На нервную систему

МП (статика) – снижает возбудимость гипоталамуса

PeMP – изменяет возбудимость гипоталамуса

ИНЧ ЭМП – изменение ЭЭГ в гиппокампе, гипоталамусе, увеличение числа медленных волн и веретенообразных колебаний (они возникают и при засыпании) у рептилий, голубей, крыс, кроликов, обезьян и человека;

- **изменение двигательной активности**
- **снижение чувствительности к химическим и электрическим воздействиям**
- **торможение условных рефлексов в слабых МП, улучшение сохранения и формирования их в сильных МП**

0.01-2.0 Гц (200-2000), более 1 мин – у некоторых людей (3/10) изменения в ЭЭГ

2-20 Гц – преобразуют ЭЭГ в области тета-ритмов

4.5 Гц – появление ритмов ЭЭГ с частотой близкой частоте внешнего поля

400 Гц - преобразует ЭЭГ в области тета-ритмов

1-26 Гц – у цыплят избирательное повышение проводимости мозговой ткани

7-8 Гц (5-100 В/м) – у кошки и цыпленка уменьшение выхода ионов Са из мозговой ткани

6, 16 Гц (10 В/м) – минимальный выход ионов Са из мозговой ткани

6, 16 Гц (100 В/м) – эффекта нет

Влияние электромагнитного поля на систему кровообращения

На систему крови

Обнаружено влияние на следующие функции крови:

1. транспорт питательных веществ, воды и кислорода

- изменение свойств гемоглобина и эритроцитов, повышения проницаемости мембран и сосудистых стенок

2. иммунная

- изменение содержания лейкоцитов и лимфоцитов в периферической крови

- изменение состояния нейтрофилов (они составляют 50-75% от всех лейкоцитов и осуществляют антибактериальную и противовирусную защиту организма), изменение содержания

Влияние электромагнитного поля на систему кровообращения

гликогена, активности ферментов и катионных белков в нейтрофилах

- изменение содержания лизоцима (СЛ) и комплемента (СК) в кровяной сыворотке

3. свертывающая

- изменение мембранного потенциала эритроцитов
- изменение СОЭ
- изменение времени свертывания

У крыс:

Увеличение времени свертывания

(5.1 нТл) 0.01, 0.7, 0.9, 6 Гц

(51 нТл) 0.01, 0.5, 6 Гц

(5100 нТл) 0.01, 0.06, 0.07, 0.2, 0.3, 0.5, 0.7, 6, 8, 11, 80 Гц

Уменьшение времени свертывания

(5.1 нТл) 0.08, 0.6, 10 Гц

(51 нТл) 0.02, 0.08, 0.09, 0.6, 5, 9 Гц

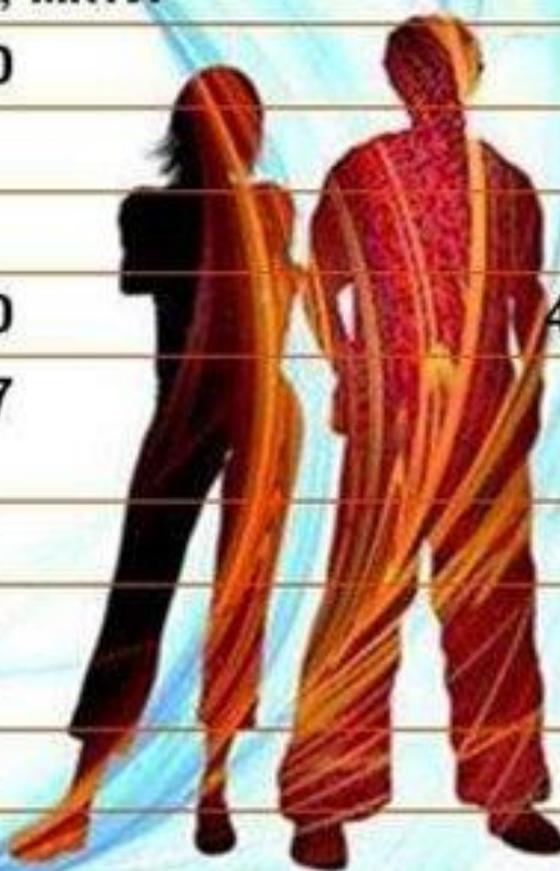
(5100 нТл) 0.02, 0.1, 13 Гц

10 Гц – у людей и собак фибринолиз угнетается

50 Гц – ускорение растворения сгустков крови

Превышение допустимых норм электромагнитного излучения (ЭМИ)

Источник ЭМИ	Показатели излучения, мкТл	Превышение, раз
Компьютер (большой)	1–100	5–500
Холодильник	1	5
Кофеварка	10	50
Печь СВЧ	8–100	40–500
Электробритва и фен	15–17	75–85
Провод от лампы	0,7	3,5
Трамвай, троллейбус	150	750
Метро	300	1500
Сотовый телефон	40	200



Предельно допустимая норма для человека — 0,2 мкТл.

**Разрешенные СВЧ частоты для промышленных,
научных и медицинских целей в диапазоне
от 433.92 МГц до 40 ГГц**

Частота, ГГц	точность (+/-)	Разрешенная территория
0.434	0.2%	Austria, Netherlands, Portugal, Germany, Switzerland
0.896	10 MHz	United Kingdom
0.915	13 MHz	North and South America
2.375	50 MHz	Albania, Bulgaria, CIS, Hungary, Romania, Czech /Slovak Republics, Russia
2.450	50 MHz	World-wide, except where 2.375 is used
3.390	0.6%	Netherlands
5.800	5 MHz	World-wide
6.780	0.6%	Netherlands
24.150	25 MHz	World-wide
40.680	25 MHz	United Kingdom

Разрешенные полосы рабочих частот в РФ

№ п.п	Допускаемые полосы рабочих частот	Для каких установок разрешается применение
1	16,7-19,4 кГц	Промышленных
2	20,4-23,7 кГц	Промышленных, научных, медицинских
3	40-48 кГц	Промышленных, научных, медицинских
4	59-74 кГц	Промышленных, научных, медицинских
5	429-451 кГц	Промышленных, научных, медицинских
6	871-889 кГц	Промышленных, научных, медицинских
7	1720-1800 кГц	Промышленных, научных, медицинских
8	2610-2670 кГц	Промышленных, медицинских
9	5150-5410 кГц	Промышленных, научных, медицинских
10	6767-6794 кГц	Промышленных, научных, медицинских
11	13424-13696 кГц	Промышленных
12	13553,2-13566,8 кГц	Научных, медицинских
13	26850-27390 кГц	Промышленных
14	26957-27283 кГц	Научных, медицинских

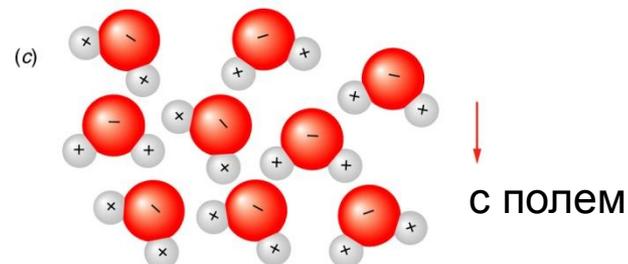
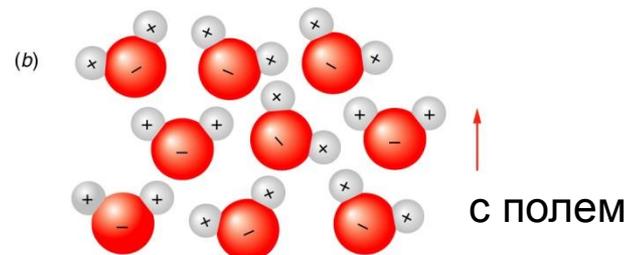
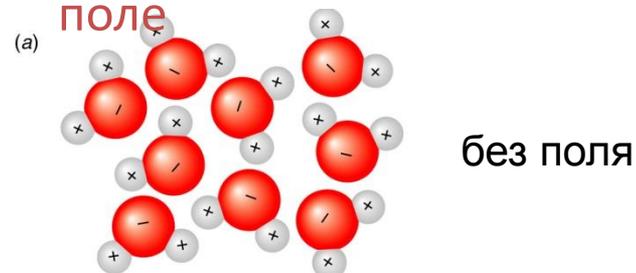
Разрешенные полосы рабочих частот в РФ

№ п.п	Допускаемые полосы рабочих частот	Для каких установок разрешается применение
15	40,3-41,1 МГц	Промышленных, научных
16	40,66-40,70 МГц	Медицинских
17	80,6-82,2 МГц	Промышленных
18	433,05-434,79 МГц	Промышленных, научных, медицинских
19	902-928 МГц	Промышленных, научных, медицинских
20	2400-2500 МГц	Промышленных, научных, медицинских, бытовых
21	5725-5875 МГц	Промышленных, научных, медицинских
22	24,0-24,25 ГГц	Промышленных, научных, медицинских
23	41,3-43,4 ГГц	Промышленных, научных, медицинских
24	45,0-47,4 ГГц	Промышленных, научных, медицинских
25	47,2-49,6 ГГц	Промышленных, научных, медицинских
26	61,0-61,5 ГГц	Промышленных, научных, медицинских
27	122,0-123,0 ГГц	Промышленных, научных, медицинских
28	244,0-246,0 ГГц	

Механизм микроволнового (СВЧ) нагрева

- Микроволновый нагрев пригоден для **диэлектриков**, т.к. в проводники поле не проникает
- Механизм нагрева связан с **поляризацией** диэлектрика под действием электрического ВЧ поля и последующей диссипацией в веществе при **релаксации** молекул (ионов, электронов)
- Лучше всего нагреваются вещества, состоящие из полярных молекул, т.е. молекулярных диполей – **вода, спирты, полимеры, некоторые керамики...**, у которых больше **коэффициент потерь** энергии волн в веществе
- Есть также эффект от ионной и электронной поляризации и от ионной проводимости

молекулы воды в
электрическом
поле



Микроволны в экологии

Утилизация отходов асбеста

Утилизация отходов, содержащих асбест, главным образом шифера основывается на обработке концентрированным микроволновым полем. Это приводит к нагреванию материала до температуры ок. 1000°C и уничтожению волокнистой структуры материала, являющейся причиной опасной для здоровья. **Это экологически чистая технология.** Конечный продукт безопасен для среды и может, например использоваться как добавка при производстве бетона.



Асбест до (верхн.сним.)
и после обработки
(нижн.снимок)





*Звуковые шумы и их влияние
на коммуникабельность*

Физические характеристики звука

Интенсивность звука: $I = P^2/\rho c$ [Вт/м²]

$$L = 10 \lg (P/P_0)^2 \text{ [дБ]}$$

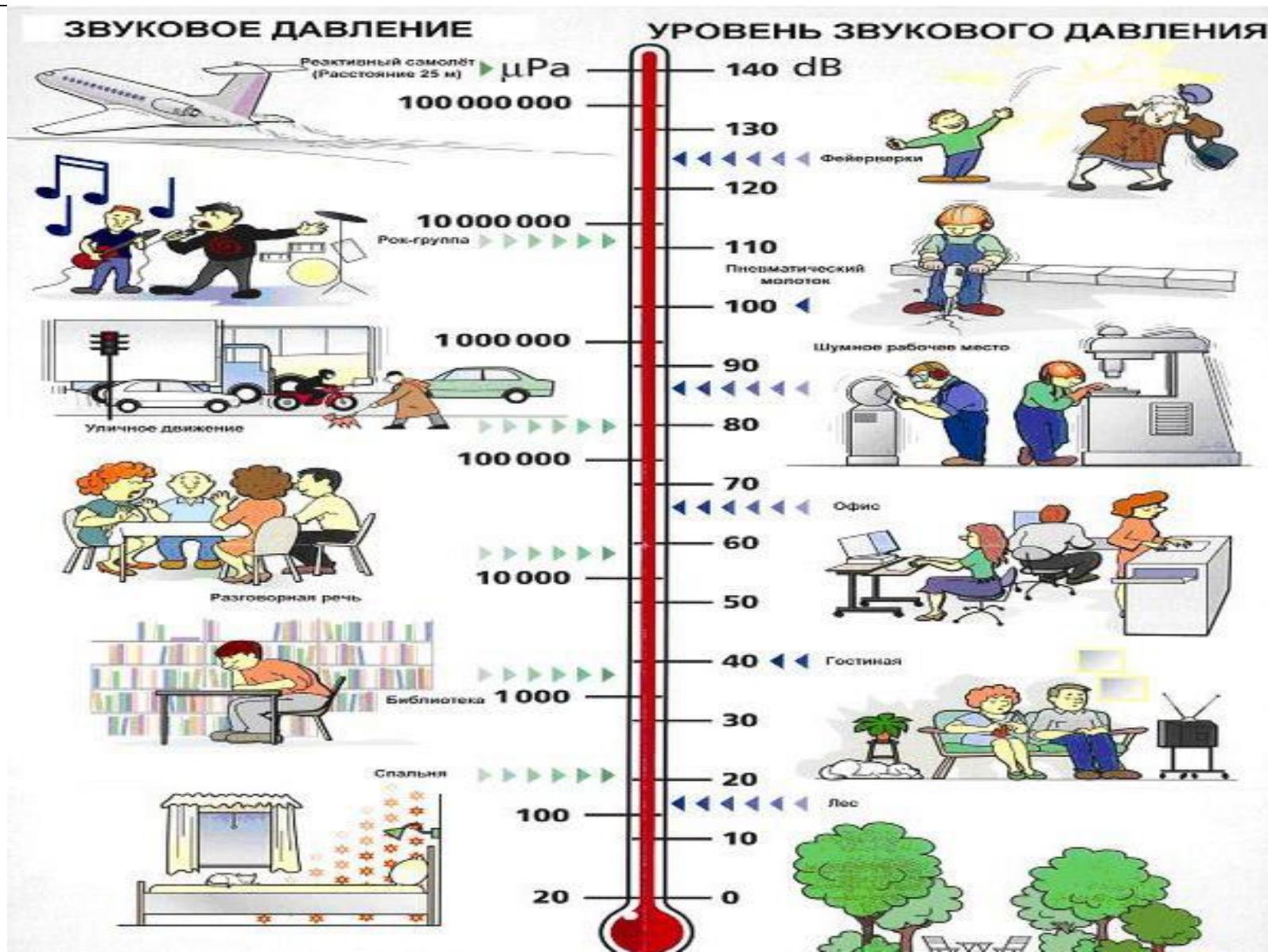
Пороговое звуковое давление: $P_0 = 20$ мкПа

Пороговая интенсивность: $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м²

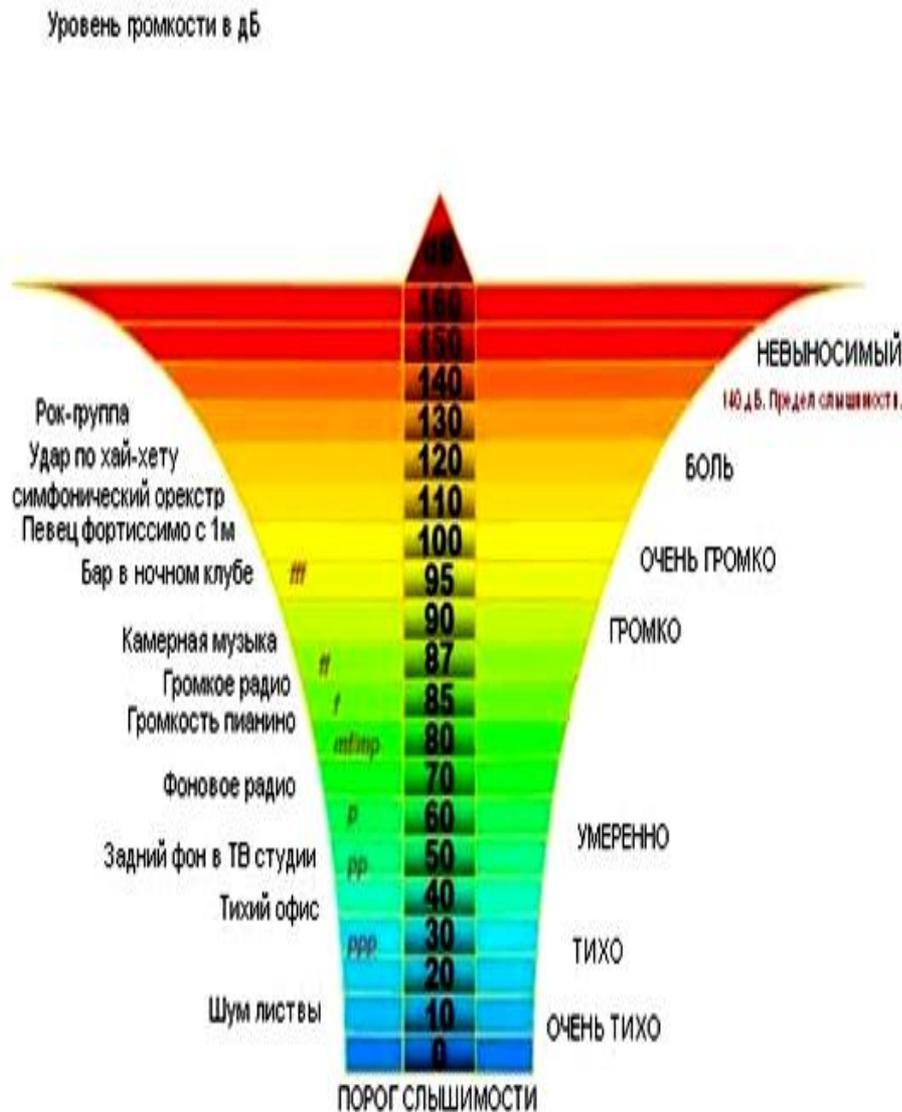
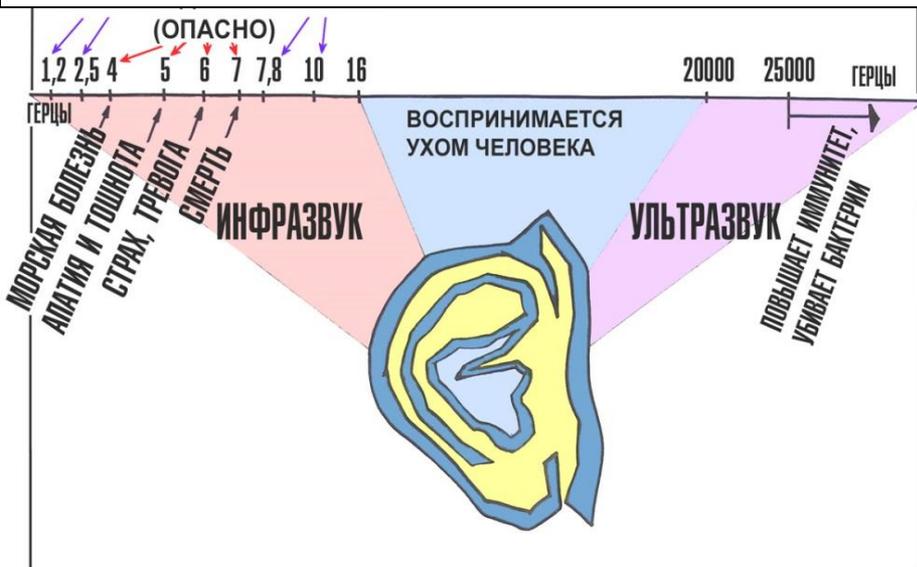
Громкость: **1 сон** соответствует **40 дБ** звукового давления на частоте **1 кГц**

$$1 \text{ фон} = 40 + \lg_2(\text{сон})$$

Физические характеристики звука



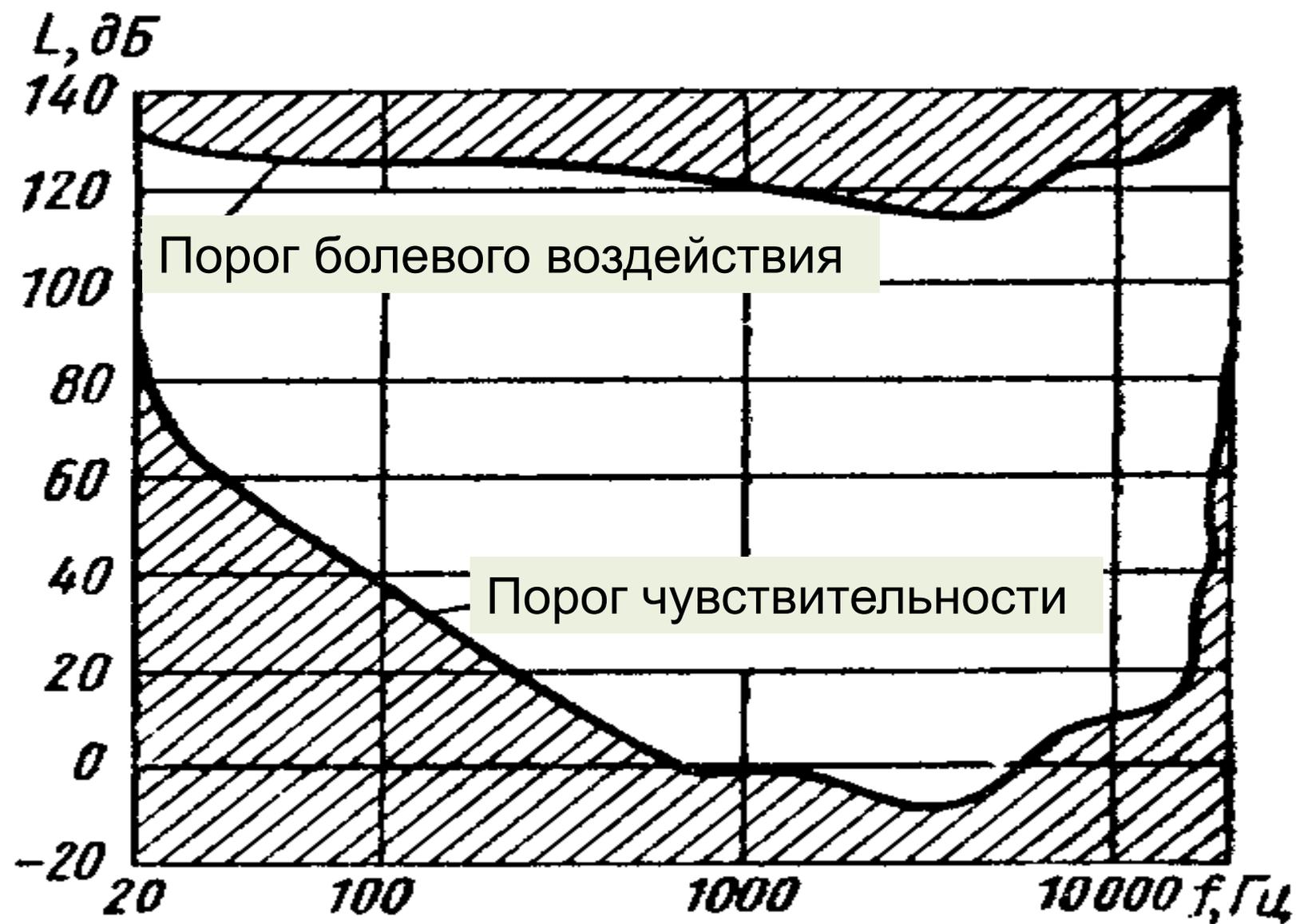
Влияние частот звука на организм человека



- Громкость слышимых нами звуков измеряется в децибелах (дБ)
- Порог слышимости (когда мы впервые воспринимаем звук) начинается с 0 дБ.
- Звуки громкостью свыше 100 дБ могут вызывать болезненные ощущения.
- Шумы порядка 140 дБ могут серьезно повредить барабанную перепонку.

140 дБ	порог болевой чувствительности
130 дБ	реактивный самолет на взлете
120 дБ	реакт.двигатель на холостом ходу
110 дБ	концерт рок-группы
100 дБ	пневматическая дрель
90 дБ	шум дорожного движения
80 дБ	движущийся поезд
70 дБ	пылесос
50-60 дБ	шум толпы
40 дБ	разговор
20 дБ	фон в библиотеке
10 дБ	фон в сельской местности
0 дБ	порог слышимости

Кривые спектральной чувствительности человеческого уха

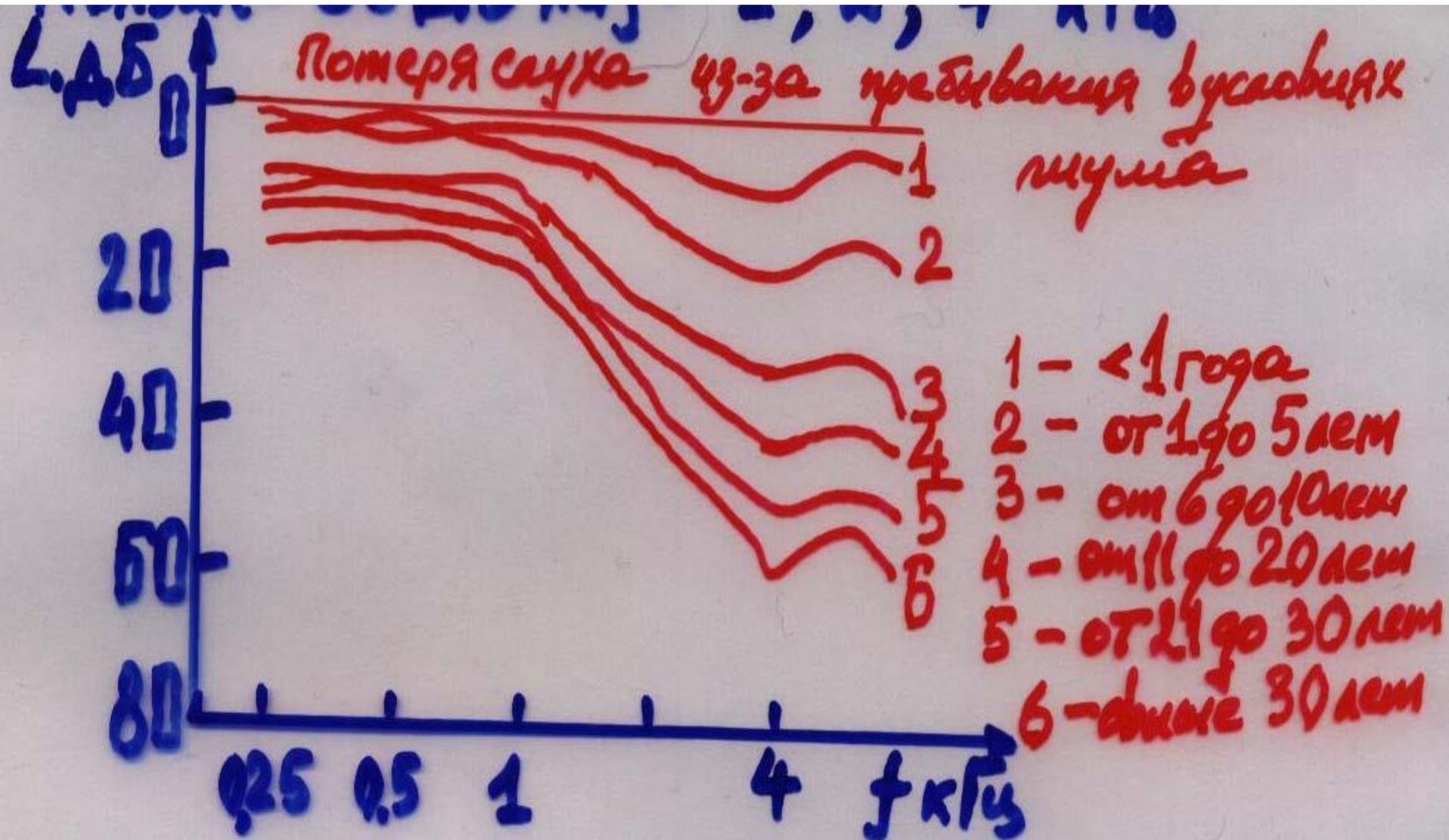


Кривые равной громкости звука

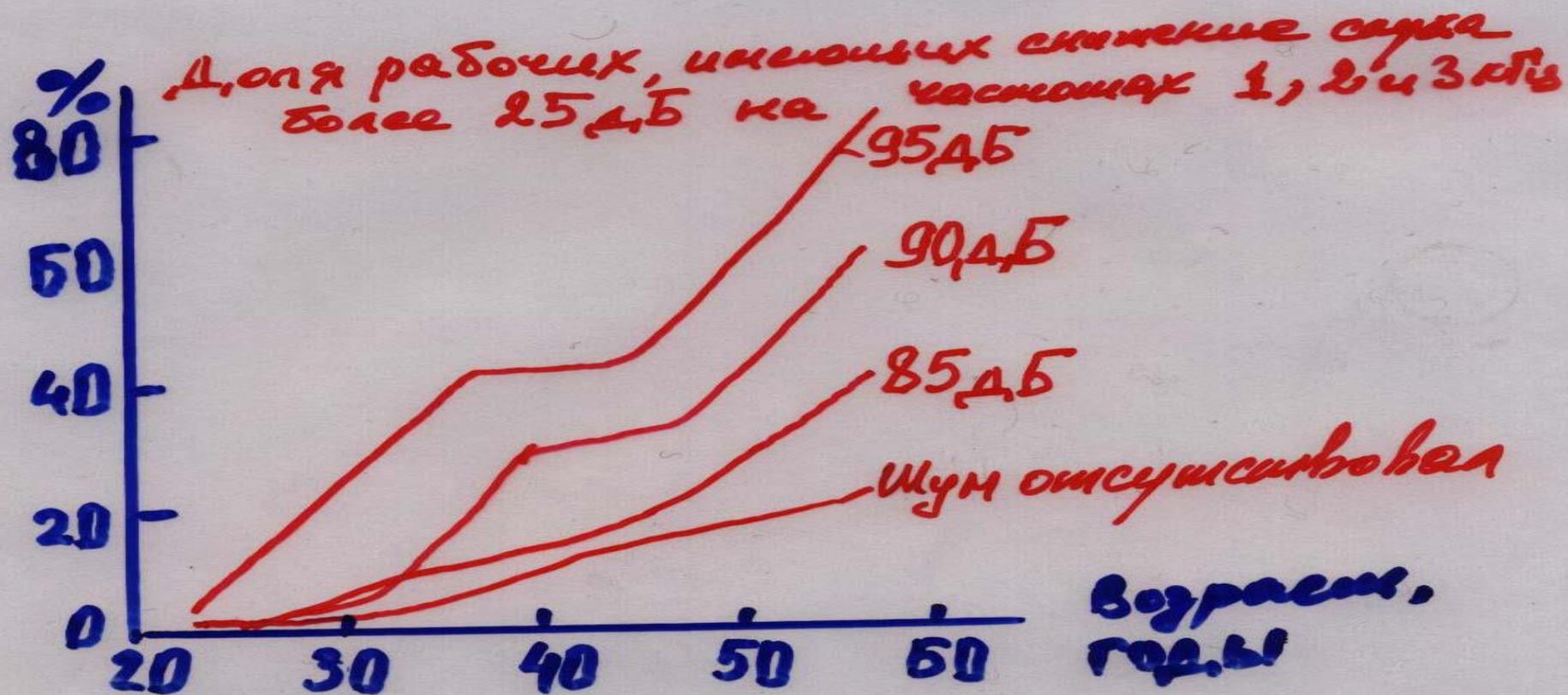


Частота звука f , Гц

Ухудшение слуха за годы работы в условиях присутствия шума на рабочем месте



Доля рабочих со снижением слуха на 25дБ



Порог слышимости принимают в США - 26 дБ на $f = 0.5; 1; 2$ кГц

В Польше - 30 дБ на $f = 1; 2; 4$ кГц

Влияние импульсного шума

При $t \geq 5$ мс опасно звуковое давление $L \geq 140$ дБ,

при $L > 165$ дБ опасно при $t \approx 1$ мс
т.к. повреждаются улитки.

Защитный рефлекс срабатывает за $t \sim 0.1$ с
в случае $L \sim 75:90$ дБ.

При частотах $f > 3$ кГц рефлекс ослабевает.

Шум как помеха речевому общению

Давление
шума (L , дБ)



Уровень звука при общении на расстоянии 1 метр

Спокойная беседа –

$L_p = 56$ дБ

Напряженный разговор –

$L_p = 66$ дБ

Разговор на повышенных тонах – $L_p = 72$ дБ

Для 100% понимания содержания разговора необходимо, чтобы L_p речи на 10 дБ превышало $L_{ш}$ шума

Расстояние между говорящими на открытой площадке в метрах (X , м)

Доля воспринимаемой информации в зависимости от уровня мешающего шума



Влияние шума на режим сна

Различают 4 фазы сна:
1 - д-ритм, 2 - К-комплекс,
3 - нормальные δ -волны
4 - δ -волны замедлены более 50%
время.

При $L_{ш} \sim 35$ дБ есть нарушения

$L_{ш} \sim 40$ дБ пробуждается 5%

$L_{ш} \sim 70$ дБ пробуждается 30%
и нарушается фаза сна
у 50%

Постоянный шум во время сна
 50 ± 60 дБ дает депрессию и
прекращение α -ритма

Пробуждение детей в 4-й фазе
сильно нарушает сон.



*Требования к освещенности
рабочих помещений*

Коэффициент естественной освещенности рабочего места

основной величиной для расчета и нормирования естественного освещения внутри помещений принят коэффициент естественной освещенности (КЕО) — отношение (в процентах) освещенности в данной точке помещения $E_{вн}$ к наблюдаемой одновременно освещенности под открытым небом $E_{нар}$.

$$КЕО = \frac{E_{вн}}{E_{нар}} \cdot 100 \%$$

Нормы естественного освещения промышленных зданий, сведенные к нормированию КЕО, представлены в СНиП II-4—79. Для облегчения нормирования освещенности рабочих мест все зрительные работы по степени точности делятся на восемь разрядов.

сравниваются с нормативным.

Расчет естественного освещения заключается в определении площади световых проемов для помещения.

Расчет ведут по следующим формулам:

при боковом освещении

$$100 \frac{S_{\phi}}{S_n} = \frac{e_n K_3 \eta_o}{\tau_o r_1} \cdot k_{зд},$$

при верхнем освещении

$$100 \frac{S_{\phi}}{S_n} = \frac{e_n K_3 \eta_{\phi}}{\tau_o r_2 k_{\phi}},$$

где

S_{ϕ} —площадь окон и фонарей, m^2 ;

S_n —площадь пола, m^2 ;

e_n —нормированное значение КЕО;

K_3 —коэффициент запаса ($K_3=1,2-2,0$), учитывающий снижение освещенности при эксплуатации;

η_o, η_{ϕ} —световая характеристика окна и фонаря;

τ_o —общий коэффициент светопропускания (учитывает оптические свойства стекла, потери света в переплетах, из-за загрязнения остекленной поверхности в несущих конструкциях, солнцезащитных устройствах);

r_1, r_2 —коэффициенты, учитывающие отражение света при боковом и верхнем освещении; $k_{зд}$ —1-1,7—коэффициент, учитывающий затемнение окон противостоящими зданиями;

k_{ϕ} —коэффициент, учитывающий тип фонаря.

Значения коэффициентов для расчета естественного освещения принимают по таблицам СНиП II-4—79.

Нормы на коэффициент естественной освещенности производственных помещений

Таблица 1. Значения коэффициента естественной освещенности для производственных помещений

Разряд работ	Характеристика зрительной работы		Значение КЕО, %	
	Виды работы по степени точности	Наименьший размер объекта различения, мм	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении в зоне с устойчивым снежным покровом на основной территории РФ
I	Наивысшей точности	менее 0,15	10	2,8/3,5
II	Очень высокой точности	0,15—0,3	7	2,0/2,5
III	Высокой точности	0,3—0,5	5	1,6/2,0
IV	Средней точности	0,5—1,0	4	1,2/1,5
V	Малой точности	1,0—5,0	3	0,8/1,0
VI	Грубая	более 5,0	2	0,4/0,5
VII	Работы со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	более 0,5	3	0,8/1,0
VIII	Общее постоянное наблюдение за ходом производственного процесса	—	1	0,2/0,3

Пример нормирования освещенности

Таблица 2. Нормы освещенности рабочих поверхностей для газоразрядных источников света

Характеристика зрительной работы	Разряд работ	Подразряд работ	Контраст объекта различения с фоном	Характеристика фона	Освещенность, лк	
					при комбинированном освещении	при общем освещении
Наивысшей точности	I	а	Малый	тёмный	5000	1500
			Малый	средний	4000	1250
			Малый	светлый	2500	750
		б	Средний	тёмный		
			Средний	средний		
			Средний	светлый	1500	400
		в	Большой	тёмный		
			Большой	средний		
			Большой	светлый		

Удельную мощность вычисляют по формуле

$$W = \frac{n \cdot P}{S}$$

Пример ГОСТа на параметры осветительных ламп

Таблица 3. Световые и электрические параметры ламп накаливания (по ГОСТ 2239—79) и люминесцентных ламп (по ГОСТ 6815—74)

Лампы накаливания, 220 В			Люминесцентные лампы		
Тип	Мощность, Вт	Световой поток, лм	тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм
В, Б	25	230	ЛДЦ (ЛБ)	15	600 (820)
Б (БК)	40	415 (460)	ЛДЦ (ЛД)	30	1500 (1800)
Б (БК)	60	715 (790)	ЛХБ (ЛТБ)	30	1940 (2020)
Б (БК)	75	950 (1020)	ЛБ	30	2180
Б (БК)	100	1350 (1450)	ЛДЦ (ЛД)	40	2200 (2500)
Б, Г	200	2920	ЛХБ (ЛБ)	40	3000 (3200)
Г	300	4610	ЛД (ЛБ)	65	4000 (4800)
Г	500	8300	ЛДЦ (ЛД)	80	3800 (4300)
Г	1000	18600	ЛХБ (ЛБ)	80	5040 (5400)



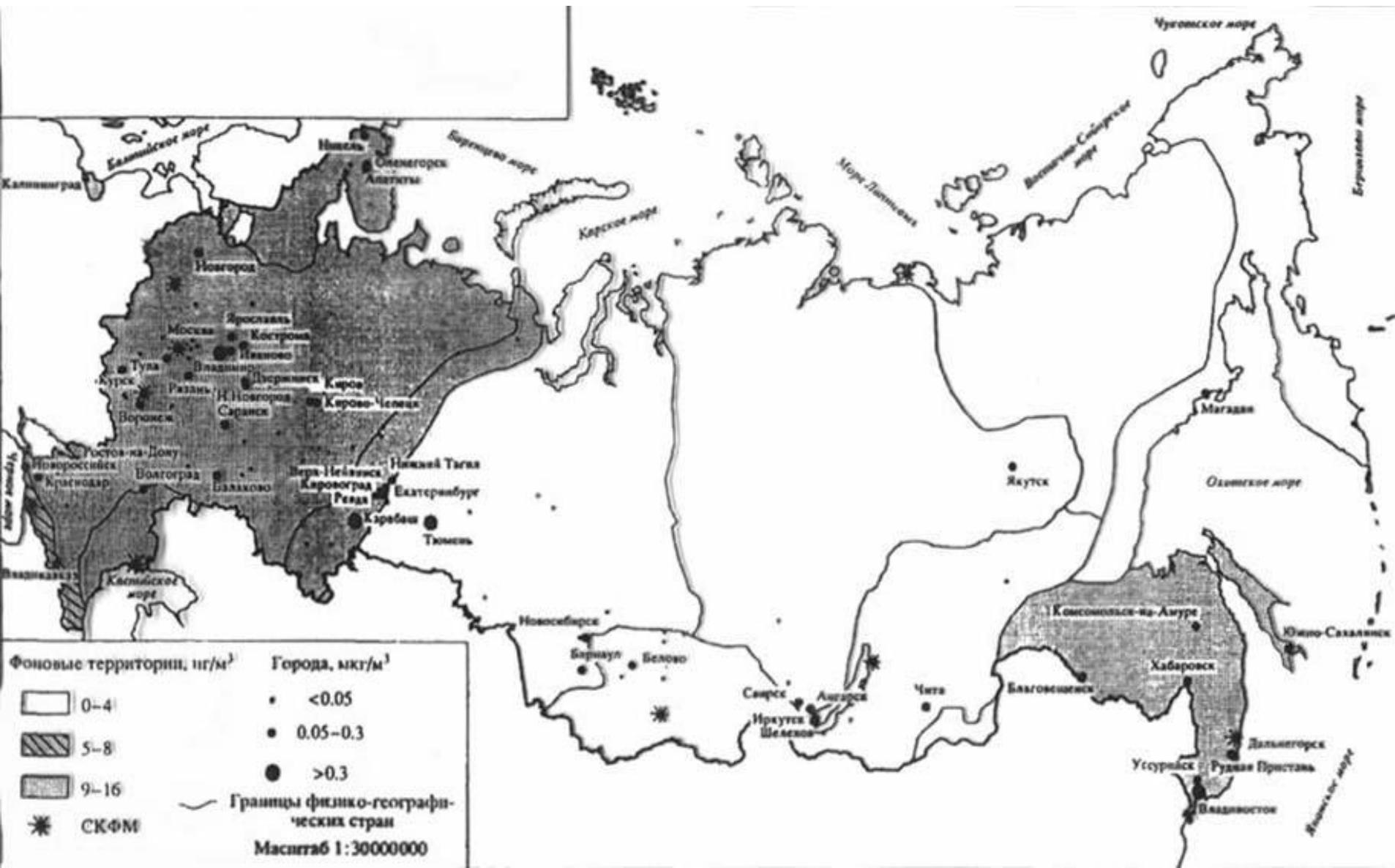
*Вред загрязнений тяжелыми металлами
на примере свинца*

Вред здоровью людей от загрязнения свинцом и финансовый ущерб, возникающий от этого

Оценка ущерба в результате загрязнения окружающей среды свинцом проведенная в США.

- расходы на медицинское оздоровление одного ребенка, пострадавшего от воздействия свинца, составляют в среднем 900 долл.;
- расходы на компенсаторное воспитание пострадавшего ребенка (умственная отсталость) - 2600 долл.;
- восстановительная терапия при повышении кровяного давления (одно из возможных следствий "сатурнизма") обходится в 220 долл. на одного человека при общем количестве таких случаев 1.8 млн.; стоимость купирования приступа сердечной недостаточности, если он не привел к летальному исходу, составляет 44-60 долл., при летальном исходе - 1 млн. долл. (стоимость человеческой жизни). В 1986 г. в США эти причины обусловили потерю 6 триллионов долл.;
- выгода вследствие экономии топлива при проведении "антисвинцовых" мероприятий составляет 17 долл. на автомобиль, или около 100 млн. долл. ежегодно;
- сокращение выбросов автомобильным транспортом других загрязнителей (HC , NO_x , CO) привело бы к выигрышу от 222 до 248 млн. долл. в год.

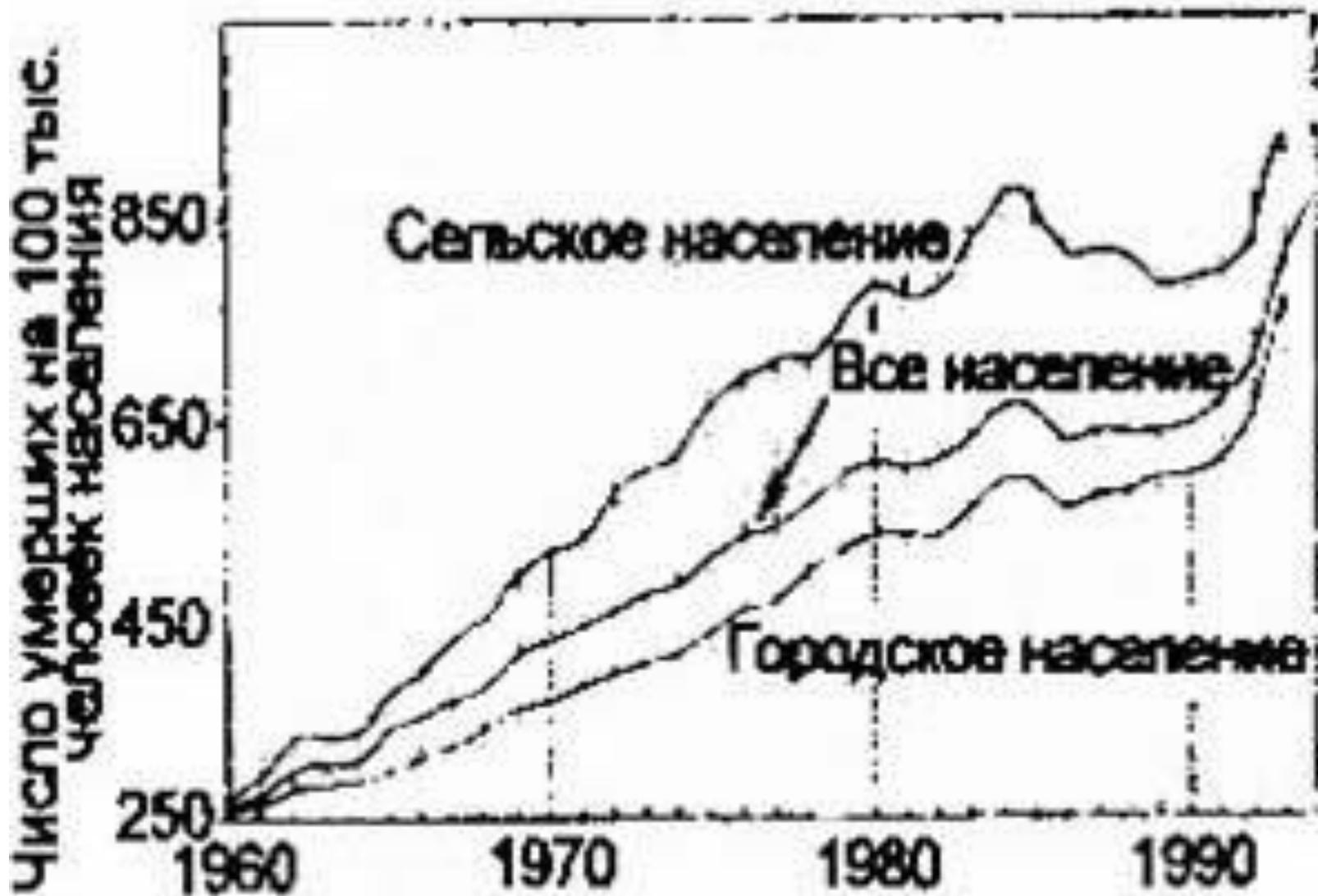
Распространение загрязнения свинцом на территории России



Источники свинцового загрязнения

Наименование источников	Выбросы в атмосферу	Сбросы в водные объекты	Образование отходов
<i>Стационарные источники</i>			
Данные Госкомстата России по всем отраслям	615.5	50.5	1864056
Отраслевые данные:			
металлургия,	671	0.64	
в том числе цветная	660	0.57	900
машиностроение	38.2	35	-
сжигание топлива (уголь, нефть, газ)	400	-	-
химическая, нефтехимическая и нефтеперерабатывающая промышленность	0.94	9.55	725
стекляное производство (оценка)	100-200	15-20	100
производство консервов (оценка)	-	-	100-200
оборонная промышленность (оценка)	150	-	-
<i>Нестационарные источники</i>			
Автотранспорт	4000	1000	60000
Авиация и ракетно-космическая техника (оценка)	400	-	-
Охота(оценка)	-	1400	—

Смертность от болезней системы кровообращения





Вред радиационного воздействия

Шкала уровней облучения человека

10 Зв - немедленная болезнь и последующую смерть в течение нескольких недель.

2 – 10 Зв - острая лучевая болезнь с вероятным фатальным исходом.

1 Зв - временное недомогание, но без смертельного исхода, риск появления раковых заболеваний многими годами позже.

0,32 Зв – средняя эффективная доза после аварии на ПО «Маяк» в 50-51 гг. По 28 тысячам человек. Свыше 1 Зв – 8%

Шкала уровней облучения человека

10 Зв - немедленная болезнь и последующую смерть в течение нескольких недель.

2 – 10 Зв - острая лучевая болезнь с вероятным фатальным исходом.

1 Зв - временное недомогание, но без смертельного исхода, риск появления раковых заболеваний многими годами позже.

0,32 Зв – средняя эффективная доза после аварии на ПО «Маяк» в 50-51 гг. По 28 тысячам человек. Свыше 1 Зв – 8%

Эффективная доза для персонала и населения

Эффективная доза для персонала должна не превышать за период трудовой деятельности (50 лет) — 1000 мЗв, а для населения за период жизни (70 лет) - 70 мЗв. Начало периодов вводится с 1 января 2000 года.

Взвешивающие коэффициенты для отдельных видов излучения при расчете эквивалентной дозы (w_r) – используемые в радиационной защите множители поглощенной дозы, учитывающие относительную эффективность различных видов излучения в индуцировании биологических эффектов

Фотоны любых энергий	1
Электроны и мюоны любых энергий	1
Нейтроны с энергией менее 10 кэВ.....	5
от 10 кэВ до 100 кэВ	10
от 100 кэВ до 2 МэВ	20
от 2 МэВ до 20 МэВ	10
более 20 МэВ	5
Протоны с энергией более 2 МэВ, кроме протонов отдачи ..	5
Альфа-частицы, осколки деления, тяжелые ядра	20

Основные дозовые пределы для персонала и населения

Нормируемые величины*	Пределы доз	
	Персонал (группа А)	Население
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год в хрусталике глаза***	150 мЗв	15 мЗв
коже****	500 мЗв	50 мЗв
кистях и стопах	500 мЗв	50 мЗв

** в тексте все нормативные значения для категории персонал приводятся только для группы А.

*** Относится к дозе на глубине 300 мг/см².

**** Относится к среднему по площади в 1 см² значению в базальном слое кожи толщиной 5 мг/см² под покровным слоем толщиной 5 мг/см². На ладонях толщина покровного слоя - 40 мг/см². Указанным пределом допускается облучение всей кожи человека при условии, что в пределах усредненного облучения любого 1 см² площади кожи этот предел не будет превышен. Предел дозы при облучении кожи лица обеспечивает не превышение предела дозы на хрусталик от бета-частиц.

Организационные правила и мероприятия по обеспечению радиационной безопасности

Контроль за радиационной безопасностью, определенный проектом, уточняется в зависимости от конкретной радиационной обстановки в данной организации и на прилегающей территории, и согласовывается с органами государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

В организации, в зависимости от объема и характера работ, производственный контроль за радиационной безопасностью осуществляется специальной службой или лицом, ответственным за радиационную безопасность, прошедшим специальную подготовку.

Порядок проведения производственного контроля за радиационной безопасностью специальной службой (или лицом, ответственным за радиационную безопасность), определяющий ее задачи с учетом особенностей и условий выполняемых ею работ, согласовывается с органами государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

Для лиц, у которых накопленная доза от одного из основных видов облучения (по п. 1.3 НРБ-99) **превышает 0,5 Зв**, должна, по возможности, проводиться реконструкция (восстановление) доз от остальных видов облучения.



*Возможные последствия от
воздействия наночастиц*

Термины и определения

- **Нанотехнология** - система знаний, навыков, умений и аппаратурно-информационного обеспечения для реализации процессов структуро- и формообразования, синтеза, сборки и самосборки наноматериалов и систем с новыми свойствами, обусловленными проявлением наномасштабных факторов.
- **Нанообъект** – это специально созданный объект наномасштаба
- **Наночастица** – это объект, максимальный линейный размер которого не превышает 700нм, а доля поверхностных молекул не менее 0.1%.
- **Наносистема** – это множество объектов, взаимодействие которых рассматривается на наномасштабе

ПУТИ МИГРАЦИИ НАНОЧАСТИЦ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

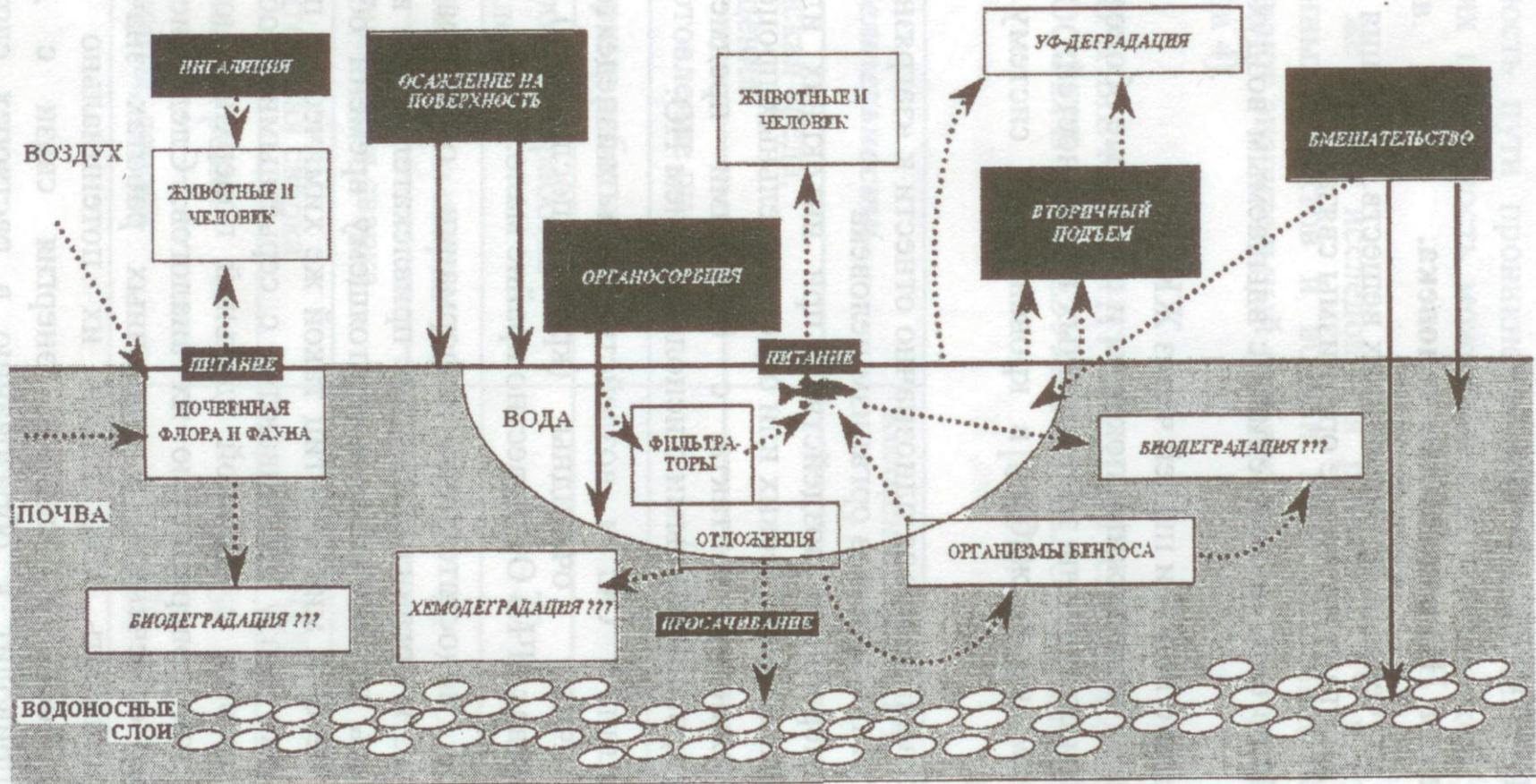


Рисунок 8. Пути миграции НЧ, подтвержденные экспериментально (сплошная линия), и предполагаемые (точки). Возможные источники и причины деградации обозначены курсивом.

МИГРАЦИЯ НАНОЧАСТИЦ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В ДЫХАТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ

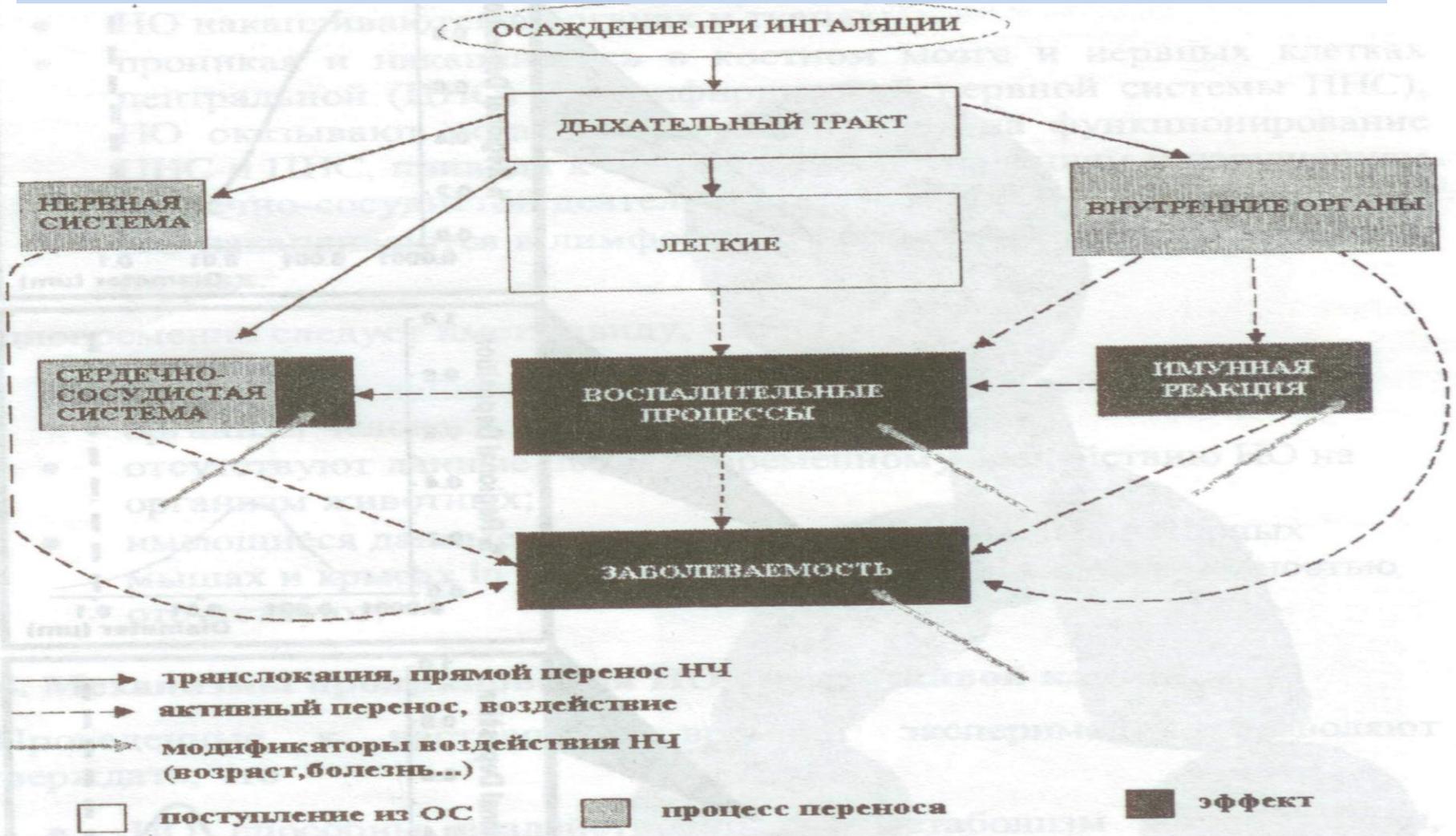


Рисунок 9. Пути миграции ингалированных НЧ в организме человека и их возможное воздействие на организм.

ТОКСИЧНОСТЬ НАНОЧАСТИЦ

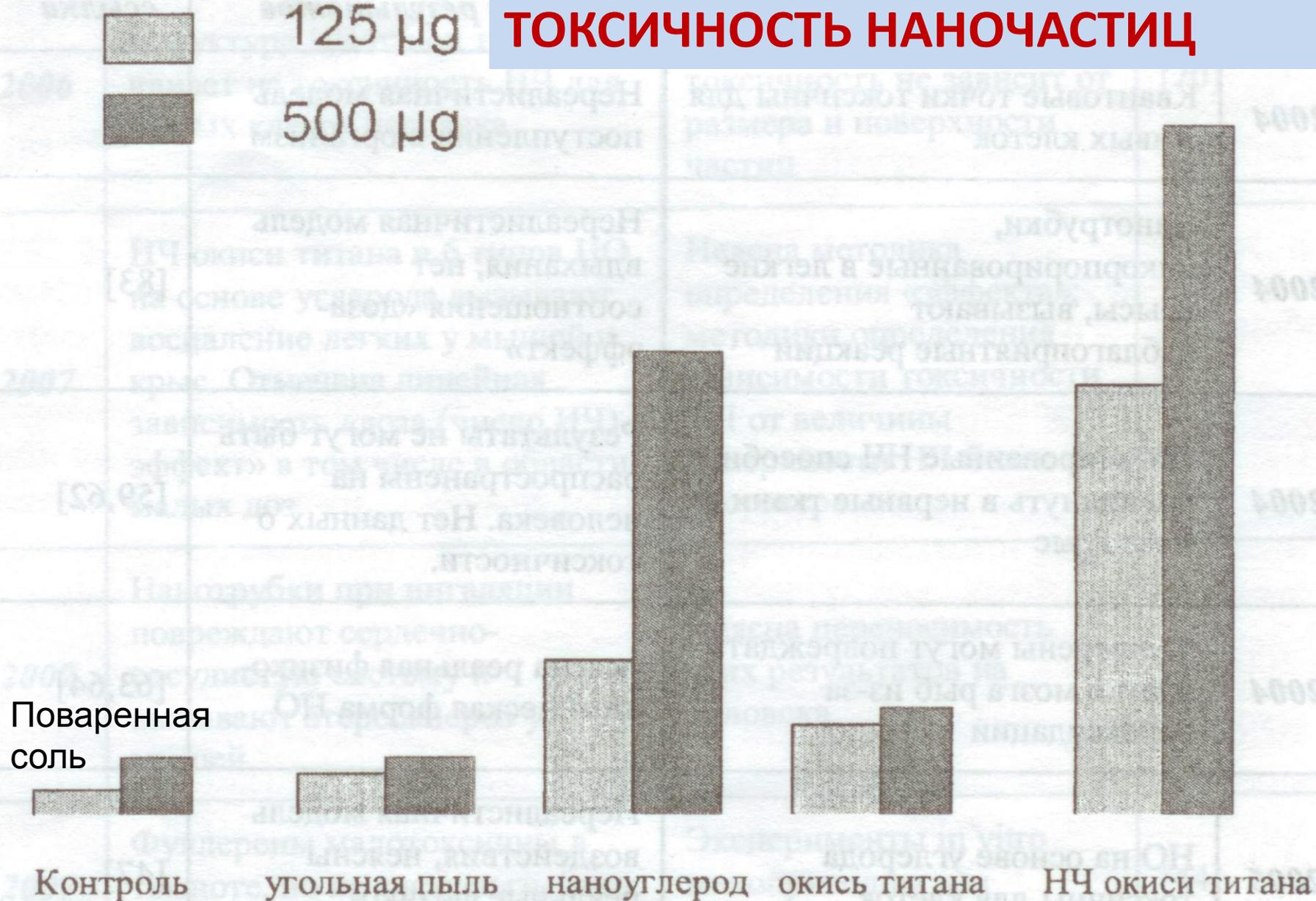


Рисунок 12. Сравнение токсического эффекта (воспаление) обычных и НЧ для крыс. В качестве контроля использовалась соль.

БИОКИНЕТИКА НАНОЧАСТИЦ В ЖИВОМ ОРГАНИЗМЕ

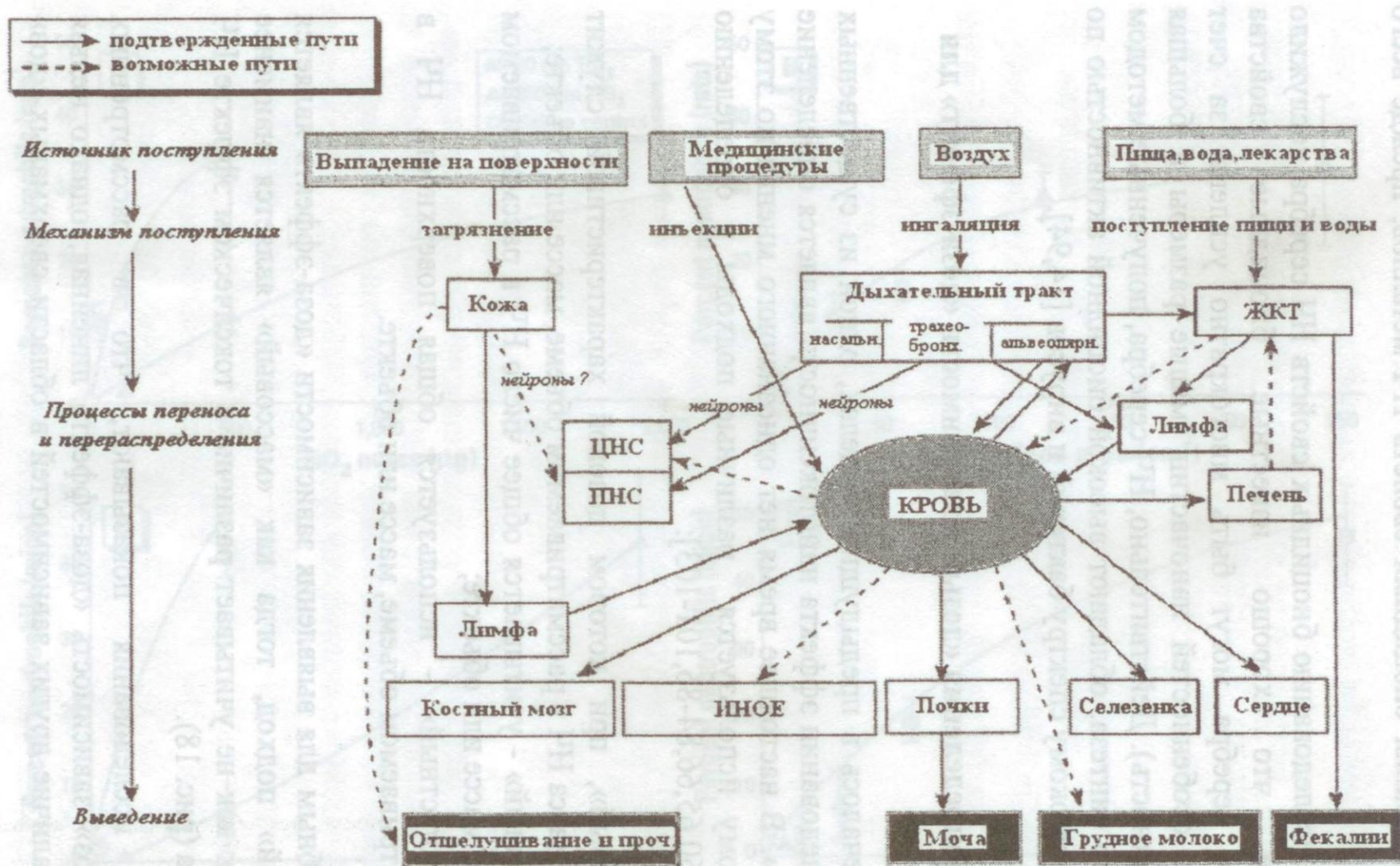


Рисунок 17. Биокинетика НЧ (схема).

Недостаточно данных о коэффициентах переноса, накопления и выведения НЧ

Эволюция наносистем:

- размеры

- материаловедческий базис

- степень интеграции

- принципы интеграции

- принципы функционирования

- 2000 год – **пассивные наносистемы-наноматериалы** (наноструктурированные материалы, аэрозоли, гели, коллоиды, используемые как покрытия и самостоятельные дисперсные среды);
- 2005 год – **активные наносистемы-наноустройства** (нанокомпозиции для электроники, фотоники, биологии, механики);
- 2010 год – **интегрированные микросистемы на основе наноразмерных систем** (интеллектуальные системы на основе двухмерной и трехмерной искусственной интеграции и самоорганизации);
- 2015-2020 годы – **молекулярные наносистемы** (кластерные макромолекулярные комплексы, в том числе междисциплинарные, с конвергенцией объектов живой и неживой природы

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ НАНОПРОДУКЦИИ

Специализированная одежда





Спасибо за внимание