

Нормирование уровней загрязнения среды обитания

Химические вредности

Перечень неблагоприятных воздействий на окружающую среду или организм человека и показатели вредности

Неблагоприятное воздействие	Определитель
Изменение качества объектов среды, проявляющееся появлением посторонних запаха и привкуса, изменением цвета и окраски, внешнего вида и формы	Органолептический
Раздражающее действие на слизистую оболочку верхних дыхательных путей, конъюнктиву глаз	Рефлекторный
Резорбтивное действие на организм человека	Санитарно-токсикологический
Аллергенное, гонадотоксическое, тератогенное и эмбриотоксическое действие вещества в дозе ниже уровня его хронического токсического действия	Специфический
Мутагенное и канцерогенное действие	Отдаленных последствий
Увеличение уровня миграции в смежные среды до опасных пределов	Миграционно-водный, миграционно-воздушный
Накопление вредного вещества в продуктах питания растительного происхождения	Фитоаккумуляционный
Изменение климата местности, прозрачности атмосферы, растительности, бытовых условий	Общесанитарный

Виды санитарного ограничения содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны

- *предельно допустимые концентрации (ПДК);*
- *ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ);*
- *тесты экспозиции — биологические ПДК (БПДК).*
- **ПДК в воздухе рабочей зоны** — концентрация вредного вещества, которая при 8-часовом рабочем дне и не более чем 40-часовой рабочей неделе в течение всего рабочего стажа не должна вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья в процессе работы или в более отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.
- **ОБУВ в воздухе рабочей зоны** — временный (на 3 года) ориентировочный гигиенический норматив, устанавливаемый на основании расчетов по параметрам токсикометрии веществ. ОБУВ применяются для условий опытных и полужаводских установок на период, предшествующий проектированию производства.

ПДУ загрязнения кожи — количество вредного вещества для всей поверхности кожного покрова, которое при 8-часовом рабочем дне и не более чем 40-часовой рабочей неделе в течение всего рабочего стажа не должна вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Токсичность — мера несовместимости вещества с жизнью человека; величина, обратная абсолютному значению среднесмертельной дозы $\left(\frac{1}{LD_{50}}\right)$ или концентрации (LC_{50}).

В реальных производственных условиях вероятность развития интоксикации тем или иным веществом обусловлена не только его токсичностью, но и возможностью поступления в организм в опасных для жизни количествах. По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на **4 класса опасности**:

- 1 — вещества чрезвычайно опасные,
- 2 — вещества высокоопасные,
- 3 — вещества умеренно опасные,
- 4 — вещества малоопасные.

Классы опасности вредных веществ

Наименование показателя	Нормы для класса опасности			
	1	2	3	4
Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	< 0,1	0,1–1,0	1,1–10,0	> 10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг (LD ₅₀)	< 15	15–150	151–5000	> 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг (LK ₅₀)	< 100	100–500	501–2500	> 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м ³ (LC ₅₀)	< 500	500–5000	5001–50000	> 50000
Коэффициент возможного ингаляционного отравления (КВИО= C ₂₀ / LC ₅₀)	> 300	30–300	3–29	< 3
Зона острого действия	< 6,0	6,0–18,0	18,1–54,0	> 54,0
Зона хронического действия	> 10,0	5,0–10,0	2,5–4,9	> 2,5

Нормирование химических веществ в воде

- *Нормируются ПДК и ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурного водопользования.*
- **ПДК в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурного водопользования** — максимальная концентрация вещества в воде, в которой вещество при поступлении в организм в течение всей жизни не оказывает прямого или опосредованного влияния на здоровье населения в настоящем и последующих поколениях, а также не ухудшает гигиенические условия водопользования.
- **ОДУ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурного водопользования** — временный гигиенический норматив, разрабатываемый на основе расчетных и экспресс-экспериментальных методов прогноза токсичности и применяемый только на стадии предупредительного санитарного надзора за проектируемыми или строящимися предприятиями, реконструируемыми очистными сооружениями.

Процедуры обоснования ПДК веществ в воде

Наименование стадии	Объем исследований	Класс опасности — гигиенические нормативы, для которых достаточна эта стадия
1. Принятие предварительного решения	Анализ литературы. Изучение технологии производства и/или применения. Ориентировочный расчет гигиенических параметров по физико-химическим параметрам, ПДК в других объектах и других странах	
2. Ускоренная оценка	Оценка влияния на органолептические свойства воды и санитарный режим водоемов, выявление способности к трансформации, острые токсикологические опыты, в т. ч. для определения видовых, половых и возрастных различий чувствительности к веществу. Расчет параметров хронической токсичности по LD ₅₀ , LT ₅₀ и смешанным математическим моделям. Определение класса опасности	4 — ПДК 3 — ОДУ
3. Экспресс-эксперимент	Подострый опыт. Изучение гонадотоксичности по функциональным показателям, эмбриотоксичности, мутагенного эффекта в скрининговых опытах. Оценка кожно-резорбтивного действия. Прогноз параметров хронической токсичности и определение класса опасности вещества. Идентификация продуктов трансформации	3 — ПДК 2 — ОДУ
4. Хронический опыт	Хронический опыт для изучения общетоксического действия. Оценка мутагенного, гонадотоксического эффектов. Оценка опасности продуктов трансформации. Расчет коэффициентов запаса, экстраполяция данных с животных на человека	1–2
5. Специальные исследования	Углубленное изучение канцерогенного, атеросклеротического, аллергенного эффектов. Дополнительные исследования гонадо-, эмбриотоксического, мутагенного эффектов. Обоснование ПДК	1
6. Эпидемиологические исследования	Связь состояния здоровья и условий водопользования населения с содержанием вещества и/или продуктов его трансформации в воде	1–4

Нормативы веществ в питьевой воде

Вещество	ПДК, мг/л, до 2002 г.	Скорректированная ПДК, мг/л	Группа МАИР	Потенциальное воздействие на здоровье	Изменение класса опасности
Алюминий	0,5 с.-т.	0,2 орг.		Появление взвеси в воде	2 → 3
Аммиак и аммоний-катион	2,0 с.-т.	1,5 орг.		Появление у воды специфического запаха	3 → 4
Барий	0,1 с.-т.	0,7 с.-т.		Влияние на сердечно-сосудистую систему	2 → 2
Мышьяк	0,05 с.-т.	0,01 с.-т.	1	Канцерогенный эффект	2 → 1
Никель	0,1 с.-т.	0,02 с.-т.	1	Аллергенный эффект	3 → 2
Свинец	0,03 с.-т.	0,01 с.-т.	2Б	Снижение умственного развития детей	2 → 2
Сульфиды	Отсутст. общ.	0,003 (по H ₂ S) орг.		Появление у воды специфического запаха	3 → 4
Сурьма	0,05 с.-т.	0,005 с.-т.	2Б	Изменение содержания холестерина в крови	2 → 2
Уран		0,1 с.-т.		Нефротоксическое действие	2

Нормативы канцерогенных веществ в воде

Вещество	ПДК, ОДУ, мг/л	Пересмотренная ПДК, ОДУ, мг/л	Кратность и направление изменения	Группа МАИР
Акриламид	0,01	0,0001	100 ⁻	2Б
Бензо[а]пирен	0,005 мкг/л	0,00001	2	2А
Бензол	0,5	0,01	50 ⁻	1
Бромат		0,025		2Б
Винилхлорид (хлорэтен)	0,05	0,005	10 ⁻	1
Гексахлорбензол	0,05	0,001	50 ⁻	2Б
1,2-Дибром-3-хлорпропан	0,01	0,001	10 ⁻	2Б
1,1-Диметилгидразин (гептил)	0,02	0,00006	330 ⁻	2Б
Дихлорметан	7,5	0,02	375 ⁻	2Б
1,3-Дихлорпропен	0,4	0,02	20 ⁻	2Б
1,2-Дихлорэтан	0,02	0,02		2Б
Мышьяк	0,05	0,01	5 ⁻	1
Стирол	0,1	0,02	5 ⁻	2Б
Эпихлоргидрин ((хлорметил)оксиран)	0,01	0,0001	100 ⁻	2А
Этилендибромид (1,2-дибромэтан или 1,2-дибромэтен)		0,00005		2Б

Предельно допустимая концентрация в пахотном слое почвы

- *ПДКп — это концентрация вредного вещества в верхнем, пахотном слое почвы, которая не должна оказывать прямого или косвенного отрицательного влияния на прикасающиеся с почвой среды и на здоровье человека, а также на самоочищающую способность почвы.*
- *Показателями загрязнения являются коэффициент концентрации химического элемента K_c и суммарный показатель загрязнения Z_c .*

Предельно допустимая концентрация в пахотном слое почвы (ПДК_п) — это концентрация вредного вещества в верхнем, пахотном слое почвы, которая не должна оказывать прямого или косвенного отрицательного влияния на соприкасающиеся с почвой среды и на здоровье человека, а также на самоочищающую способность почвы.

Показателями загрязнения являются коэффициент концентрации химического элемента K_c и суммарный показатель загрязнения Z_c .

Коэффициент концентрации определяется как отношение реального содержания элемента в почве C к фоновому C_{ϕ} : $K_c = C/C_{\phi}$.

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{ci} - (n - 1) \quad \text{где } K_{ci} \text{ — коэффициент концентрации } i\text{-ого элемента в пробе;}$$

n — число учитываемых элементов.

Категории загрязнения почв	Величина Z_c	Изменение показателей здоровья населения в очагах загрязнения
Допустимая	меньше 16	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимум функциональных отклонений
Умеренно опасная	16-32	Увеличение общего уровня заболеваемости
Опасная	32-128	Увеличение общего уровня заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционирования сердечно-сосудистой системы
Чрезвычайно опасная	больше 128	Увеличение заболеваемости детского населения, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение случаев токсикоза при беременности, преждевременных родов, мертворождаемости, гипотрофий новорожденных).

Нормирование уровней загрязнения среды обитания

Энергетические вредности

Электромагнитные излучения

Нервная система человека наиболее чувствительна к воздействию ЭМП. У людей, имеющих контакт с ЭМП, изменяется высшая нервная деятельность, ухудшается память. Эти лица могут иметь склонность к развитию стрессовых реакций, таких, как головные боли, постоянная усталость, резкие перемены настроения, угнетенное состояние, высыпания на коже, нарушения сна, потеря аппетита. Высокую чувствительность к ЭМП проявляет нервная система эмбриона. Возрастает риск нарушения формирования нервной системы плода. При воздействии ЭМП нарушаются процессы формирования иммунитета, чаще – в сторону их угнетения. Может происходить изменение белкового обмена, наблюдается определенное изменение состава крови. Возможно образование в организме антител, направленных против собственных тканей. При действии ЭМП происходит стимуляция самой главной эндокринной железы, расположенной в головном мозге – гипофизе. Это приводит к увеличению количества выработки гормонов других желез – надпочечников, в том числе стрессового гормона – адреналина, в результате чего организм хуже адаптируется к физическим факторам внешней среды (высокие температуры воздуха, недостаток кислорода и т.д.).

Основные источники ЭМП

- *Электротранспорт (трамваи, троллейбусы, поезда,...)*
- *Линии электропередач (городского освещения, высоковольтные,...)*
- *Электропроводка (внутри зданий, телекоммуникации,...)*
- *Бытовые электроприборы*
- *Теле- и радиостанции (транслирующие антенны)*
- *Спутниковая и сотовая связь (транслирующие антенны)*
- *Радары*
- *Персональные компьютеры*

Нормирование электромагнитного излучения радиочастотного диапазона приводится по ГОСТ 12.1.006 – 84 “ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности” и СанПиН 2.2.4/2.1.8.055 – 96 “Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона”. ЭМП радиочастот в диапазоне частот 60 кГц – 300 МГц оценивается предельно допустимой напряженностью электрического и магнитного полей и предельно допустимой энергетической нагрузкой за рабочий день. В диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц ЭМП оценивается плотностью потока энергии и предельно допустимой энергетической нагрузкой. Предельно допустимое значение плотности потока энергии не должно превышать 10 Вт/м^2 (1000 мкВт/см^2).



Предельно допустимые уровни электростатического поля (ЭСП)

Уровень ЭСП оценивают в единицах напряженности электрического поля (E) в кВ/м. Предельно допустимый уровень напряженности электростатического поля (E_{ndy}) при воздействии ≤ 1 час за смену устанавливается равным 60 кВ/м. При воздействии ЭСП более 1 часа за смену E_{ndy} определяются по формуле:

$$E_{ndy} = \frac{60}{\sqrt{t}},$$

где t - время воздействия (час).

В диапазоне напряженностей 20 – 60 кВ/м допустимое время пребывания персонала в ЭСП без средств защиты (t_{don}) определяется по формуле:

$$t_{don} = (60 / E_{факт})^2,$$

где $E_{факт}$ - измеренное значение напряженности ЭСП (кВ/м).

При напряженностях ЭСП, превышающих 60 кВ/м, работа без применения средств защиты не допускается.

При напряженностях ЭСП менее 20 кВ/м время пребывания в электростатических полях не регламентируется.

Предельно допустимые уровни постоянного магнитного поля (ПМП)

Уровень ПМП оценивают в единицах напряженности магнитного поля (H) в А/м или в единицах магнитной индукции (B) в мТл.

ПДУ постоянного магнитного поля

Время воздействия за рабочий день, минуты	Условия воздействия			
	Общее		Локальное	
	ПДУ напряженности, кА/м	ПДУ магнитной индукции, мТл	ПДУ напряженности, кА/м	ПДУ магнитной индукции, мТл
0 - 10	24	30	40	50
11 - 60	16	20	24	30
61 - 480	8	10	12	15

При необходимости пребывания персонала в зонах с различной напряженностью (индукцией) ПМП общее время выполнения работ в этих зонах не должно превышать предельно допустимое для зоны с максимальной напряженностью.

Предельно допустимые уровни электромагнитного поля частотой 50 Гц

Оценка ЭМП ПЧ (50 Гц) осуществляется отдельно по напряженности электрического поля (E) в кВ/м, напряженности магнитного поля (H) в А/м или индукции магнитного поля (B), в мкТл. Нормирование электромагнитных полей 50 Гц на рабочих местах персонала дифференцировано в зависимости от времени пребывания в электромагнитном поле.

Предельно допустимый уровень напряженности ЭП на рабочем месте в течение всей смены устанавливается равным 5 кВ/м.

При напряженностях в интервале больше 5 до 20 кВ/м включительно допустимое время пребывания в ЭП T (час) рассчитывается по формуле:

$$T = (50/E) - 2, \text{ где}$$

E - напряженность ЭП в контролируемой зоне, кВ/м;

T - допустимое время пребывания в ЭП при соответствующем уровне напряженности, ч.

При напряженности свыше 20 до 25 кВ/м допустимое время пребывания в ЭП составляет 10 мин.

Пребывание в ЭП с напряженностью более 25 кВ/м без применения средств защиты не допускается.

Время пребывания персонала в течение рабочего дня в зонах с различной напряженностью ЭП (T_{np}) вычисляют по формуле:

$$T_{np} = 8 (t_{E1}/T_{E1} + t_{E2}/T_{E2} + \dots + t_{En}/T_{En}), \text{ где}$$

T_{np} - приведенное время, эквивалентное по биологическому эффекту пребыванию в ЭП нижней границы нормируемой напряженности;

$t_{E1}, t_{E2}, \dots, t_{En}$ - время пребывания в контролируемых зонах с напряженностью E_1, E_2, \dots, E_n , ч;

$T_{E1}, T_{E2}, \dots, T_{En}$ - допустимое время пребывания для соответствующих контролируемых зон.

Приведенное время не должно превышать 8 ч.

Предельно допустимые уровни электромагнитных полей диапазона частот $\geq 10 - 30$ кГц

Оценка и нормирование ЭМП осуществляется отдельно по напряженности электрического (E), в В/м, и магнитного (H), в А/м, полей в зависимости от времени воздействия. ПДУ напряженности электрического и магнитного поля при воздействии в течение всей смены составляет 500 В/м и 50 А/м, соответственно. ПДУ напряженности электрического и магнитного поля при продолжительности воздействия до 2-х часов за смену составляет 1000 В/м и 100 А/м, соответственно.

Оценка и нормирование ЭМП диапазона частот ≥ 30 кГц - 300 ГГц осуществляется по величине энергетической экспозиции (ЭЭ).

Энергетическая экспозиция в диапазоне частот ≥ 30 кГц - 300 МГц рассчитывается по формулам:

$$\begin{aligned} \text{ЭЭ}_e &= E^2 \times T, (\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}, \\ \text{ЭЭ}_H &= H^2 \times T, (\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}, \end{aligned}$$

где E - напряженность электрического поля (В/м),

H - напряженность магнитного поля (А/м), плотности потока энергии (ППЭ, Вт/м², мкВт/см²),

T - время воздействия за смену (час.).

Энергетическая экспозиция в диапазоне частот ≥ 300 МГц - 300 ГГц рассчитывается по формуле:

$$\text{ЭЭ}_{птэ} = \text{ППЭ} \times T, (\text{Вт/м}^2) \cdot \text{ч}, (\text{мкВт/см}^2) \cdot \text{ч},$$

где ППЭ - плотность потока энергии (Вт/м², мкВт/см²).

Максимальные ПДУ напряженности и плотности потока энергии
ЭМП диапазона частот ≥ 30 кГц - 300 ГГц

Параметр	Максимально допустимые уровни в диапазонах частот (МГц)				
	$\geq 0,03 -$ 3,0	$\geq 3,0 -$ 30,0	$\geq 30,0 -$ 50,0	$\geq 50,0 -$ 300,0	$\geq 300,0 -$ 300000,0
$E, В/м$	500	300	80	80	-
$H, А/м$	50	-	3,0	-	-
$ППЭ,$ $мкВт/см^2$	-	-		-	1000 5000*

* Для условий локального облучения кистей рук.