



Нормирование качества окружающей среды

«Ничто не лишено ядовитости.»

Парацельс. «Ятрохимия»

Природоохранительное законодательство Российской Федерации (статья 25)

Нормирование качества окружающей природной среды производится с целью установления предельно допустимых норм воздействия, гарантирующих экологическую безопасность населения, сохранение генофонда, обеспечивающих рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов в условиях устойчивого развития хозяйственной деятельности.

Под *воздействием* понимается антропогенная деятельность, связанная с реализацией экономических, рекреационных, культурных интересов и вносящая физические, химические, биологические изменения в природную среду.



Допустимая нагрузка

Нагрузка, под воздействием которой отклонение от нормального состояния системы не превышает естественных изменений и, следовательно, не вызывает нежелательных последствий у живых организмов и не ведет к ухудшению качества среды.



Вредные вещества – это вещества, воздействие которых на биологические системы может привести к отрицательным последствиям.

Все **ксенобиотики** (чужеродные для живых организмов, искусственно синтезированные вещества) рассматривают как вредные.



Порог вредного действия — это минимальная доза вещества, при воздействии которой в организме возникают изменения, выходящие за пределы физиологических и приспособительных реакций, или скрытая (временно компенсированная) патология.

Предельно допустимые концентрации (ПДК)

Нормативы, устанавливающие концентрации вредного вещества в единице объема (воздуха, воды), массы (пищевых продуктов, почвы) или поверхности (кожа работающих), которые при воздействии за определенный промежуток времени практически не влияют на здоровье человека и не вызывают неблагоприятных последствий у его потомства

- 
-
- **комбинированное действие** - одновременное или последовательное действие нескольких веществ при одном и том же пути поступления
 - **комплексное воздействие** - поступления вредных веществ в организм различными путями и с различными средами — с воздухом, водой, пищей, через кожные покровы
 - **сочетанное воздействия** - действие всех многообразных физических, химических и биологических факторов окружающей среды



Временно допустимые концентрации (ВДК)

Нормативы, полученные расчетным путем, и рекомендованные для использования сроком на 2-3 года

Токсичность

Способность веществ вызывать нарушения физиологических функций организма, что в свою очередь приводит к заболеваниям (интоксикациям, отравлениям) или, в тяжелых случаях, к гибели.

Фактически токсичность — мера несовместимости вещества с жизнью.

Токсическая доза

Количество вещества (отнесенным, как правило, к единице массы животного или человека), вызывающее определенный токсический эффект.

Чем меньше токсическая доза, тем выше токсичность.

Дозы

- среднесмертельные (LD_{50})
- абсолютно смертельные (LD_{100})
- минимально смертельные (LD_{0-10})

Цифры в индексе отражают вероятность (%) появления определенного токсического эффекта — в данном случае, смерти, в группе подопытных животных.



Научно-технические нормативы

Нормативы выбросов и сбросов вредных веществ (ПДВ и ПДС), а также технологические, строительные, градостроительные нормы и правила, содержащие требования по охране окружающей природной среды.

В основу установления научно-технических нормативов положен принцип: при условии соблюдения этих нормативов предприятиями региона содержание любой примеси в воде, воздухе и почве должно удовлетворять требованиям санитарно-гигиенического нормирования.

Нормирование качества воздуха

Под качеством атмосферного воздуха понимают совокупность свойств атмосферы, определяющую степень воздействия физических, химических и биологических факторов на людей, растительный и животный мир, а также на материалы, конструкции и окружающую среду в целом

ГОСТ 17.2.1.03-84. Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения.

Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны (ПДК_{рз})

Концентрация, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов, или при другой продолжительности, но не более 41 часа в неделю, на протяжении всего рабочего стажа не должна вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами исследования, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Рабочей зоной считается пространство высотой до 2м над уровнем пола или площадки, на которой находятся места постоянного или временного пребывания рабочих

Предельно допустимая концентрация максимально разовая (ПДК_{мр})

Концентрация вредного вещества в воздухе *населенных мест*, не вызывающая при вдыхании в течение 20 минут рефлекторных (в том числе, субсенсорных) реакций в организме человека

Предельно допустимая концентрация среднесуточная (ПДК_{сс})

Концентрация вредного вещества в воздухе *населенных мест*, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного воздействия при неограниченно долгом (годы) вдыхании

Соотношение различных видов ПДК в воздухе для некоторых веществ

Вещество	ПДК_{сс}, мг/м³	ПДК_{мп}, мг/м³	ПДК_{рз}, мг/м³
Азота оксид (II)	0,06	0,6	30
Кобальта сульфат	0,0004	0,001	0,005
4-хлоранилин	0,01	0,04	0,30

Комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА)

$$Y_n = \sum_{i=1}^n Y_i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{q_{cpi}}{ПДК_{cci}} \right)^{c_i}$$

- Y_i — единичный индекс загрязнения для i -го вещества;
- q_{cpi} — средняя концентрация i -го вещества;
- $ПДК_{cci}$ — $ПДК_{cc}$ для i -го вещества;
- c_i — безразмерная константа приведения степени вредности i -го вещества к вредности диоксида серы, зависящая от того, к какому классу опасности принадлежит загрязняющее вещество

Классы опасности	1	2	3	4
Константа C_i	1,7	1,3	1,0	0,9

Нормирование качества воды

Под качеством воды в целом понимается характеристика ее состава и свойств, определяющая ее пригодность для конкретных видов водопользования; при этом показатели качества представляют собой признаки, по которым производится оценка качества воды.

Питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и должна иметь благоприятные органолептические свойства (*СанПиН 2.1.4.559-96*).

-
- **По санитарному признаку** устанавливаются микробиологические и паразитологические показатели воды (число микроорганизмов и число бактерий группы кишечных палочек в единице объема).
 - **Токсикологические показатели** воды, характеризуют безвредность ее химического состава, определяются содержанием химических веществ, которое не должно превышать установленных нормативов.
 - **Органолептические** показатели (воспринимаемые органами чувств) свойства: температура, прозрачность, цвет, запах, вкус, жесткость.



Качество воды нецентрализованного водоснабжения определено
СанПиН 2.1.4.544-96

Нормируются запах, вкус, цветность, мутность, коли-индекс, а также указывается, что содержание химических веществ не должно превышать значений соответствующих ПДК

Предельно допустимая концентрация в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДК_в)

Концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать прямого или косвенного влияния на организм человека в течение всей его жизни и на здоровье последующих поколений, и не должна ухудшать гигиенические условия водопользования

Предельно допустимая концентрация в воде водоема, используемого для рыбохозяйственных целей ($\text{ПДК}_{\text{вр}}$)

Концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать вредного влияния на популяции рыб, в первую очередь промысловых

Вещество	ПДК_{вр}, мг/дм³	ПДК_в, мг/дм³
Ртуті неорганические соединения (по Hg)	0,0001	0,0005
Аммония фторид (по фтору)	0,05	0,7
Триэтаноламин	0,01	1,0

$$K_i = C_i / \text{ПДК}_i$$

$$H_i = N_{\text{пдк}i} / N_i$$

$$B_i = K_i \cdot H_i$$

K_i — балл кратности превышения $\text{ПДК}_{\text{вр}}$

H_i — повторяемости случаев превышения

B_i — общий оценочный балл

C_i — концентрация в воде i -го ингредиента

ПДК_i — предельно допустимая концентрация i -го ингредиента для водоемов рыбохозяйственного назначения

$N_{\text{пдк}i}$ — число случаев превышения ПДК по i -му ингредиенту

N_i — общее число измерений i -го ингредиента



Нормирование качества почвы

ГОСТ 17.4.1.03-84. Охрана природы. Почвы. Термины и определения химического загрязнения

Предельно допустимая концентрация в пахотном слое почвы (ПДК_п)

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

Коэффициент концентрации

$$K_c = C/C_{\phi}$$

C - реальное содержание элемента в почве

C_{ϕ} - фоновое содержание элемента в почве

Суммарный показатель загрязнения

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{ci} - (n - 1)$$

K_{ci} — коэффициент концентрации i -ого элемента в пробе

n — число учитываемых элементов

Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю

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).



Предельно допустимая концентрация (допустимое остаточное количество) вредного вещества в продуктах питания ($\text{ПДК}_{\text{пр}}$)

Концентрация вредного вещества в продуктах питания, которая в течение неограниченно продолжительного времени (при ежедневном воздействии) не вызывает заболеваний или отклонений в состоянии здоровья человека

Классы опасности химических соединений в зависимости от характеристик их ТОКСИЧНОСТИ

Показатели	Классы опасности			
	I чрезвычайно опасные	II высоко опасные	III умеренно опасные	IV мало опасные
ПДК _{рз} , мг/м ³	меньше 0,1	0,1-1,0	1-10	больше 10
ЛД ₅₀ при введении в желудок, мг/кг массы тела	меньше 15	15-150	150-5000	больше 5000

Предельно допустимый выброс (ПДВ)

Масса вещества в отходящих газах, максимально допустимая к выбросу в атмосферу в единицу времени;

ПДВ устанавливается для каждого источника загрязнения атмосферы (и для каждой примеси, выбрасываемой этим источником) таким образом, что выбросы вредных веществ от данного источника и от совокупности источников города или другого населенного пункта с учетом перспективы развития промышленных предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере не создают приземную концентрацию, превышающую их ПДК_{мр}

Предельно допустимый сброс (ПДС)

Масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте;

ПДС — предел по расходу сточных вод и концентрации содержащихся в них примесей — устанавливается с учетом предельно допустимых концентраций веществ в местах водопользования (в зависимости от вида водопользования), ассимилирующей способности водного объекта, перспектив развития региона и оптимального распределения массы сбрасываемых веществ между водопользователями, сбрасывающими сточные воды.

Нормирование в области радиационной безопасности

- **Гамма-излучение** - электромагнитное излучение высокой энергии, обладает наибольшей проникающей способностью. Защита от внешнего гамма-излучения представляет наибольшие проблемы.
- **Бета-излучение** имеет корпускулярную природу, представляет собой поток отрицательно заряженных частиц (электронов). Защититься от этого излучения при внешнем источнике можно сравнительно легко, задерживается неповрежденной кожей. Однако при поступлении внутрь организма бета-активные радионуклиды испускают хорошо поглощаемые тканями организма бета-частицы. Возникающие при этом в организме разрушения значительно превосходят таковые, производимые гамма-излучением.
- **Альфа-излучение** - поток положительно заряженных частиц с зарядом 2 и массой, равной 4, (по существу — ядра гелия). Этот вид излучения легко поглощается любой средой. Защититься от него можно листом бумаги. Однако, поступление альфа-излучателя внутрь организма может вызвать трагические последствия.

Количественная характеристика источника излучения

Активность. Выражается числом радиоактивных превращений в единицу времени.

Единица активности:

в СИ — *беккерель* (Бк) — 1 распад в секунду (с^{-1}).

внесистемная — *кюри* (Ки),

соответствует активности 1 г радия.

$$1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк.}$$

Интенсивность гамма-излучения характеризуется мощностью ЭКСПОЗИЦИОННОЙ ДОЗЫ

Экспозиционная доза измеряется по ионизации воздуха и равна количеству электричества, образующегося под действием гамма-излучения в 1 кг воздуха.

В СИ — *кулон на кг* (Кл/кг).

Внесистемная единица — *рентген*. Это — доза гамма-излучения, при которой в 1 см³ воздуха при нормальных физических условиях (температура 0°C и давление 760 мм рт.ст.) образуется $2,08 \cdot 10^9$ пар ионов, несущих одну электростатическую единицу количества электричества.

Мощность экспозиционной дозы отражает скорость накопления дозы и выражается в Кл/кг·сек (в СИ) или в Р/ч (во внесистемных единицах).

Система нормирования в области радиационной безопасности

- **Федеральный Закон «О радиационной безопасности населения»**
- **«Нормы радиационной безопасности НРБ-96»**

В системе нормирования используются основные понятия

- **Поглощенная доза** — фундаментальная дозиметрическая величина, определяемая количеством энергии, переданной излучением единице массы вещества.
Единица поглощенной дозы облучения - *грей* (джоуль на килограмм) — поглощенная доза излучения, переданная массе облучаемого вещества в 1 кг и измеряемая энергией в 1 Дж любого ионизирующего излучения (1 Гр = 1 Дж/кг).
- **Эквивалентная доза.** Для расчета эквивалентной дозы поглощенную дозу умножают на коэффициент, отражающий способность данного вида излучения повреждать ткани организма.
Единицей эквивалентной дозы — *зиверт* — доза любого вида излучения, поглощенная в 1 кг биологической ткани, создающая такой же биологический эффект, как и поглощенная доза в 1 Гр фотонного излучения.
- **Эффективная эквивалентная доза.** Эффективная эквивалентная доза отражает суммарный эффект облучения для организма, измеряется в *зивертах*.



В соответствии с НРБ-96,
устанавливаются следующие
категории облучаемых лиц:

- персонал (подразделяемый на группы А и Б)
- все население, включая лиц из персонала, вне сферы и условий их производственной деятельности

Основные дозовые пределы

Нормируемые величины	Дозовые пределы	
	лица из персонала (группа А)	лица из населения
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	150 мЗв	15 мЗв
коже	500 мЗв	50 мЗв
кистях и стопах	50 мЗв	500 мЗв

- 
-
- Приложение П-5 НРБ-96
 - Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-72/87

ОСП-72 содержат требования по:

- обеспечению радиационной безопасности персонала учреждений и населения, а также по охране окружающей среды от загрязнения радиоактивными веществами;
- учету, хранению и перевозке источников ионизирующего излучения;
- сбору, удалению и обезвреживанию твердых и жидких радиоактивных отходов