
Нормирование антропогенных воздействий и качества окружающей среды.

Экологическое нормирование

Экологическое нормирование – научно обоснованное ограничение воздействия хозяйственной и иной деятельности на ресурсы биосферы, обеспечивающее как социально-экономические интересы общества, так и его экологические потребности.

Зачем нужна система экологического нормирования? Экологическое нормирование устанавливает рамки, это своего рода граница между деятельностью человека и функционированием природных систем. Жесткие рамки приводят к повышению цен на ресурсы, мягкие нормы приводят к нарушению функционирования природных систем.

Существует три группы нормативов, обеспечивающие безопасность экологического состояния окружающей среды (ОС):

1. Нормативы качества окружающей среды
2. Нормативы требований к источникам негативного воздействия на окружающую среду (НВОС) - производственно-ресурсное нормирование
3. Организационно-управленческие природоохранные нормативы

Система экологических нормативов (стандартов)

Система экологических нормативов (стандартов) подразделяется на:

1. Нормативы качества ОС
 - 1) Химические показатели: единичные (ПДК, ОДУ, МДУ, МДС) и комплексные (ПЗА, ПХЗ, ЛПВ)
 - 2) Физические показатели: ПДУ
 - 3) Биологические показатели: количество особей на единицу площади; ПДК м/о
 - 4) Иные нормативы: шкалы рисков и др.
2. Нормативы требований к источникам НВОС
 - 1) ПДВ, ВСВ, ПДС, ВССВ, КЭР, декларация
 - 2) Образование отходов производства и лимиты
 - 3) Физические воздействия: ПДУ воздействия
 - 4) Допустимая антропогенная нагрузка: ПДН, ПДНТ
 - 5) Допустимое изъятие: квоты вылова, вырубki
 - 6) Иное воздействие: СЗЗ, ВОЗ, ЗСО
3. Нормативы технологических процессов – требования ГОСТ, ОСТ, СНИП (ТР), СП, НДТ
4. Нормативы качества продукции: содержание отдельных веществ в продукции и др.
5. Организационно-управленческие нормативы
 - 1) Нормирование организации ЭБ
 - 2) Регулирование ПОД предприятий
 - 3) Регулирование документации

Первый основополагающий документ, речь в котором идет о балансе между экономическими и экологическими аспектами – ФЗ №7 «Об охране окружающей среды» и новый ФЗ №219 О внесении изменений в ФЗ «Об охране окружающей среды». Здесь уже идет речь об экологическом нормировании.

На данный момент сформирована система экологических стандартов. Действующая система государственных стандартов и иных нормативных документов в области охраны окружающей среды устанавливает:

1. Требования, нормы и правила в области охраны окружающей среды к продукции, работам, услугам и соответствующим методам контроля
2. Ограничения хозяйственной и иной деятельности в целях предотвращения ее негативного воздействия на окружающую среду
3. Порядок организации деятельности в области охраны окружающей среды и управления такой деятельностью

История экологического нормирования.

История экологического нормирования подразделяется на этапы. В центре внимания стоит человек либо экосистема.

I этап. Предыстория. С 1930-х гг.

Система гигиенического нормирования токсикантов в воздухе, воде, продуктах питания и почве.

Гигиеническое нормирование – отправная точка и аналог для экологического.

Вклад: С.С. Шварц и Н.С. Строганов

Принцип антропоцентризма в оценке экосистем. Критерии «хорошего» биогеоценоза. То есть мы воспринимаем качество окружающей среды как благоприятное для нас условие.

II этап. Теоретические исследования. С 1960-х гг.

Постановка проблемы, генерация подходов нормирования. Вклад: В.Д. Федоров, А.П. Левич, Д.А. Кривошук, Ю.Г. Пузаченко, А.М. Гродзинский, А.Д. Александрова.

III этап. Проведение экспериментальных работ. С 1980-х гг.

Анализ зависимостей «доза-эффект» на экосистеме. Вклад: Ю.А. Израэль, А.М. Степанов, А.Д. Арманд, В.С. Николаевский, А.Д. Покаржевский, Н.Г. Булгаков.

История экологического нормирования в СССР.

СССР – лидер в области разработки нормативов содержания опасных компонентов в окружающей среде.

Первоначально – для определения условий вредности труда

ПДК для воздуха рабочих помещений – в 1925 г.

ПДК для сброса сточных вод в водоемы – в 1938 г.

ПДК вредных веществ для питьевой воды – в 1939 г.

ПДК для водоемов – с 1948 г.

ПДК веществ в атмосфере – с 1949 г.

ПДК для выбросов вредных веществ в атмосферу – с 1952 г.

ПДК вредных веществ для почв – с 1983 г.

К 1991 г. существовало ПДК содержания для более 1100 веществ – в воде; около 500 – в воздухе; около 100 – в почве.

Нормативы допустимого уровня вибрации – 1955 г.

Нормативы допустимого уровня шума – 1956 г.

ГОСТ «Охрана природы» с 70-х гг.

Почему же нормативы для почв появились позже и их существенно меньше? Дело в том, что существует ряд проблем экологического нормирования. Разработать ПДК для всех веществ невозможно: ежегодно в торговый оборот попадает свыше 2000 новых наименований химических веществ, для которых оценки влияния на окружающую среду не проводились. А если говорить о почве как о сложной системе, установление для нее нормативов будет строить на основе нормативов, разработанных для других сред (воздух, вода, растения). Выходом из этой ситуации является моделирование свойств и степени опасности новых веществ с помощью специальных программ. На основе данных по структуре молекул, физико-химическим свойствам потенциально токсичных веществ возможны ориентировочные оценки свойств новых веществ. Этот подход получил название QSAR (количественная зависимость «структура – активность»), однако подобные оценки нормативной силы не имеют.

Виды нормирования

Виды нормирования показателей качества окружающей среды на основании разных подходов:

1. Санитарно-гигиеническое нормирование
2. Статистический (сравнение с фоновым содержанием элементов)
3. Биогеохимический (медико-географический) подход
4. Экологическое нормирование
5. Нормирование на основе методологии приемлемого риска (2004 г.)
6. Нормирование на основе представлений о наилучших доступных технологиях (НДТ) (2015 г.)

Санитарно-гигиеническое нормирование в РФ.

Санитарно-гигиенические нормативы – качественно-количественные показатели, соблюдение которых гарантирует безопасные или оптимальные условия существования человека.

Сфера действия санитарно-эпидемиологических нормативов (согл. Закону от 15.03.1999 №52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»)

1. Планировка и застройка городских и сельских поселений (ст. 12)
2. Потенциально опасные для человека химические, биологические вещества и отдельные виды продукции (ст. 14)
3. Продукция, ввозимая в РФ (ст. 16)
4. Водные объекты (ст. 18)

5. Атмосферный воздух в городских и сельских поселениях, на территориях промышленных организаций (ст. 20)

6. Сбор, обезвреживание, хранение и захоронение отходов (ст. 22)

7. Эксплуатация пром. зданий, оборудования и транспорта (ст. 24)

8. Продукция и товары для личных и бытовых нужд и технологии их производства (ст. 13)

9. Пищевые продукты, продовольственное сырье и контактирующие с ними материалы и изделия (ст. 15)

10. Организация питания населения (ст. 17)

11. Питьевая вода и водоснабжение (ст. 19)

12. Почвы, содержание территорий городских и сельских поселений (ст. 21)

13. Жилые помещения (ст. 23)

14. Условия труда (ст. 25)

15. Условия работы с биологическими веществами и организмами

Санитарно-гигиеническое нормирование – определение в лабораторных условиях по принципу «доза-эффект» безопасных для человека предельно допустимых концентраций (ПДК) химических элементов в объектах окружающей среды.

Основным показателем (НЕ единственным) определения ПДК химических веществ во всех природных средах (в водах, в воздухе, в почве) является общесанитарный (токсикологический) показатель, который устанавливается в лабораторных опытах с животными по принципу «доза-эффект»

Мерой его является величина LD₅₀ – количество вещества, потребление которого подопытными животными вызывает гибель 50% из них.

Среднесмертельные (летальные) дозы:

Воздух: LC_{t100} или LC_{t50} – при ингаляционном отравлении,

C – концентрация паров или аэрозоля (мг/м³)

t – время вдыхания (мин)

Вода: LD₁₀₀ или LD₅₀ (ЛД₁₀₀ или ЛД₅₀) – другие виды воздействия,

D – мг токсиканта на 1 кг живой массы

ПДК – количество загрязняющего вещества в окружающей среде, при постоянном контакте или при воздействии за определенный промежуток времени, не влияющее на здоровье человека и не вызывающее неблагоприятных последствий у его потомства.

На текущий момент 1100 ПДК для веществ в воде, 1300 – в воздухе, 100 – в почве.

ОБУВ – относительно безопасные уровни воздействия. Разработаны для атмосферного воздуха более чем для 400 веществ. Всего к токсикантам относят более 3000 веществ.

Гигиенические ПДК устанавливаются из принципа охраны здоровья человека и должны учитывать отдаленные последствия (мутагенные, канцерогенные и т.д.)

Санитарно-гигиенический норматив для почв

ПДК для химических веществ в почве – санитарно-гигиенический норматив, показывающий содержание вещества в почве (мг/кг), при котором его количество в сопредельных с почвой средах (вода, воздух) и в растениях, выращенных на этой почве, не представляет опасности для живых организмов.

ПДК химических веществ для почв устанавливается в лабораторных условиях по принципу «доза-эффект» на основе следующих показателей:

1. Общесанитарному (токсикологическому)
2. Транслокационному (переход веществ из почвы в растения)
3. Миграционному водному (переход веществ из почвы в воды)
4. Миграционному воздушному (переход веществ из почвы в воздух)

ПДК загрязняющего вещества для объекта в целом устанавливают по лимитирующему показателю вредности загрязняющих веществ.

Предельно допустимые концентрации химических элементов в почвах (мг/кг)

Элемент	Кларк почв	ПДК	Показатель вредности		
			Общесанитарный	Транслокационный	Миграционный водный (воздушный)
Общее содержание					
Mn	800	1500	1500	3500	1500
V	100	120	150	170	350
Pb	10	32	32	35	260
Hg	0,01	2,1	5	2,1	33 (2,5)
Подвижные соединения					
F	200	2	-	2	-
Cu	20	3	3	3,5	72
Ni	40	4	4	4	14
Zn	50	23	37	93	200
Co	8	5	5	25	1000
Cr	200	6	6	-	-

Нормативы предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ перечислены в ряде нормативных документов:

1. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

2. СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий»

3. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13.12.2016 №552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения»

4. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель (утверждены Роскомземом 08.10.1994, Минприроды России 15.02.1995, Минсельхозпродом России 26.11.1994) (Письмо Минприроды России от 09.03.1995 №25/8-34) – минимальный уровень загрязнения Н+НП 1000 мг/кг

5. Постановление Правительства РФ от 13 февраля 2019 г. №149 «О разработке, установлении и пересмотре нормативов качества окружающей среды для химических и физических показателей состояния окружающей среды, а также об утверждении нормативных документов в области охраны окружающей среды, устанавливающих технологические показатели наилучших доступных технологий»

Также существуют нормативы по показателям уровня радиоактивности:

1. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009»

2. СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)»

Акустические параметры. Напряженность электромагнитного поля, напряженность магнитного поля. «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

СанПиН обязательны к исполнению, оценка их соблюдения будет проводиться в рамках санэпиднадзора Роспотребнадзором; при этом согласно ч.1 ст.3 Закона об обязательных требованиях, положения НПА, устанавливающих обязательные требования, должны вступать в срок либо с 1 марта, либо с 1 сентября соответствующего года, но не ранее чем по истечении 90 дней для официального опубликования соответствующего акта.

Недостатки санитарно-гигиенических нормативов качества почв

К недостаткам санитарно-гигиенических нормативов качества почв относят:

1. Неопределенность понятия ПДК химических веществ для почв: характеризует ПДК как концентрацию вещества в почве, безопасную для организмов, но критерии влияния химических веществ не определены

2. Не учтен кумулятивный эффект действия поллютантов

3. Не учтено время воздействия поллютанта (долгий был контакт вещества с организмом – ниже отклик организма)

4. Не учтены отдаленные последствия влияния веществ на живые организмы

5. Моделируется действие на живые организмы, как правило, одного фактора, не учтено совместное действие ряда факторов

6. Выводы, полученные на основании опытов с живыми организмами, переносятся на человека, но организмы различаются по устойчивости

7. Не учитываются генетические последствия действия веществ на организм

8. Не учитывается индивидуальная чувствительность организмов, их адаптационные возможности

9. ПДК для почв несут в себе погрешности определения ПДК для других природных сред

10. Не учитывается способность химических веществ концентрироваться в трофической цепи

11. Не учитывается возможность трансформации химических веществ, их накопления на различных биогеохимических барьерах

12. Не учитывается взаимодействие химических веществ (аддитивность, антагонизм, синергизм)

13. Не оценивается в полной мере качество сопредельных природных сред (вода, воздух) в целом

14. Главный недостаток отечественных ПДК в почвах: они не дифференцированы для почв с разными свойствами

Развитие методов нормирования содержания загрязняющих веществ в почвах с разными свойствами – важная задача. Первые подходы реализованы в рамках ОДК (ориентировочно допустимые концентрации).

ОДК тяжелых металлов и мышьяка в почвах (общее содержание, мг/кг)

Группы почв	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb
Песчаные и супесчаные	20	33	55	2	0,5	32
Кислые суглинистые и глинистые, $pH_{KCl} < 5,5$	40	66	110	5	1,0	65
Близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые)	80	120	220	10	2,0	130

и глинистые), рН _{КС} >5,5						
--	--	--	--	--	--	--

Часто используются производные от ПДК показатели содержания химических веществ в почвах: показатель превышения ПДК химических веществ в почве (относительный показатель (Кк): степень превышения содержания химического вещества над ПДК)

$$K_{\text{пдк}} = \frac{C_i}{\text{ПДК}} \quad (1)$$

Закон суммации:

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1 \quad (2)$$

Критерии оценки степени загрязнения почв неорганическими веществами

Содержание в почве мг/кг	Категория загрязнения почвы		
Класс опасности вещества	1 класс	2 класс	3 класс
>К _{мах}	Очень сильная	Очень сильная	Сильная
От ПДК до К _{мах}	Очень сильная	Сильная	Средняя
От 2 фоновых значений до ПДК	Слабая	Слабая	Слабая

К_{мах} – максимальное значение допустимого уровня содержания элемента по одному из четырех показателей вредности (транслокационный, общесанитарный, водно-миграционный и воздушно-миграционный). К_{мах} – максимально возможная допустимая концентрация, когда остальные лимитирующие показатели уже превышены. К_{мах} см. в МУ 2.1.7.730-99 Гигиеническая оценка качества почв населенных мест.

Критерии оценки степени загрязнения почвы органическими веществами

Содержание в почве мг/кг	Категория загрязнения почвы		
Класс опасности вещества	1 класс	2 класс	3 класс
>5ПДК	Очень сильная	Очень сильная	Сильная

От 2 до 5 ПДК	Очень сильная	Сильная	Средняя
От 1 до 2 ПДК	Слабая	Слабая	Слабая

СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.

ПДК химических элементов в почвах по данным исследователей разных стран

Элемент	El Bassam Tietjen, 1977	Linzon, 1978	Kabata- Pendias, 1979	Kloke, 1979	Kitagishi Yamane, 1981
As	50	25	30	20	15
B	100	100	25		
Be	10	10	10		
Cd	5	8	5	3	
Co	50	25	40	50	50
Cr	100	75	100	100	
Cu	100	100	100	100	125
F	500		1000	200	
Hg	5	0,3	5	2	
Mo	10	2	10	5	
Ni	100	100	100	100	100
Pb	100	200	100	100	400
Se	10	5	10	10	
V		60	100	50	
Zn	300	400	300	300	250

Недостатки гигиенического нормирования:

1. ПДК загрязняющих веществ в почве характеризует концентрацию вещества в почве, которая безопасна для организма. Но критерии и механизмы отрицательного влияния через почву таких веществ на организм не определены

2. Формы токсикантов в природе отличны от форм, используемых в экспериментах и для которых создавали нормативы

3. Не учитываются последствия длительного воздействия на человека, так как эксперимент по определению ПДК длится не более года. В лабораторных экспериментах (краткосрочных) не учитываются адаптационные процессы, популяционные и биоценоотические эффекты, которые могут играть ключевую роль в определении судьбы экосистем

4. При установлении ПДК не учитывается возможность трансформации химических веществ и их накопление на биогеохимических барьерах

5. Не учитываются взаимодействия химических веществ (аддитивность, синергизм, антагонизм) и возможность образования структур, более опасных, чем исходные. Выбросы – многокомпоненты, в конкретной ситуации невозможно оперировать нормативами для отдельных веществ либо их смесей

6. Не учитываются свойства почв (сорбционные свойства, содержание гумуса, кислотно-основные свойства и пр.), соответственно не учитывается способность почв к самоочищению

7. Концепция ПДК не учитывает, что для некоторых веществ существует минимальный порог, ниже которого ощущается недостаток вещества в среде обитания, что может оказывать существенно влияние на живущие в ней организмы. Нахождение ПДК для отдельных видов («ключевых» или наиболее чувствительных) – очень долгий путь к определению нормативов для всей экосистемы (нужна модель всей экосистемы)

8. В некоторых природных объектах, находящихся в близком к естественному (фоновому) состоянии, ряд веществ уже присутствует в концентрациях, превышающих ПДК

Биогеохимический подход к нормированию содержания химических веществ

Основа биогеохимического нормирования содержания химических элементов в окружающей среде – представления о пороговости в изменении состояния живых организмов под влиянием внешних природных факторов.

Биогеохимический подход разработал В.В. Ковальский, основываясь на учении о почвенных зонах В.В. Докучаева (1889-1900 гг.), учении о почвенных провинциях Л.И. Прасолова (1939 г.), учении о климатических зонах Л.С. Берга (1958 г.), учении о геохимических провинциях А.Е. Ферсмана (1931 г.) и учении о биогеохимических провинциях А.П. Виноградова (1938 г.). В.В. Ковальский (1964 г.) разработал пороговые концентрации химических элементов в почвах и провел биогеохимическое районирование, которое позволило связать биологическую реакцию организмов с количественными показателями состава почвообразующих пород, почв, вод, растительного покрова.

Пороговые концентрации химических элементов в почвах (мг/кг) (по Ковальскому, 1964)

Элемент	Нормальное содержание	Нижняя граница пороговой концентрации	Верхняя граница пороговой концентрации
---------	-----------------------	---------------------------------------	--

Co	7-30	2-7	>30
Cu	15-60	6-15	>60
Mn	400-3000	<400	>3000
Zn	30-70	<30	>70
B	6-30	6-30	>30
Mo	1,5-4	>1,5	>4
Sr	600	?	600-1000
I	5-40	2-5	>40

Статистический подход к нормированию

Статистический прием определения уровней допустимых концентраций химических веществ в почвах – определение усредненных уровней содержания химических элементов в природных средах в естественных условиях

Региональное фоновое содержание химических элементов в почвах – основание для выявления техногенного загрязнения почв

Загрязнение диагностируется при превышении регионального фонового содержания на три стандартных отклонения в содержании контролируемого элемента

Выбор тестовых участков при контроле состояния загрязненных почв:

Фоновая территория: фоновые участки должны находиться вне зоны действия источника загрязнения, на расстоянии не менее 10 км от источника; при высоких фоновых уровнях загрязняющих веществ расстояние это может быть меньшим, при низких фоновых уровнях оно должно быть большим, на достаточном удалении от поселений (с наветренной стороны), не менее чем в 500 м от автодорог. Все участки должны обладать сходными характеристиками состава и свойств почв, природных вод и растительного покрова, находиться в сходных геоморфологических позициях, принадлежать к одной категории землепользования.

Загрязненная территория: точки пробоотбора размещают на разном расстоянии от источника загрязнения, с учетом розы ветров (частота размещения точек опробования больше вблизи источника загрязнения (50, 100, 200, 300 м) и сокращается по мере удаления, ареал обследования – фигура, вытянутая по розе ветров)

Фоновое содержание химических элементов в почвах (мг/кг)

Почвы	Zn	Cd	Pb	Hg	Cu	Co	Ni	As
Дерново-подзолистые	28	0,05	6	0,05	8	3	6	2,5

песчаные и супесчаные								
Дерново-подзолистые суглинистые	45	0,12	15	0,1	15	10	30	4,5
Серые лесные	60	0,20	16	0,15	18	12	35	
Черноземы	68	0,24	20	0,2	25	15	45	7
Каштановые	54	0,16	16	0,15	20	12	35	

Фоновое содержание валовых форм тяжелых металлов и мышьяка в почвах (мг/кг) по таблице 9 Письма Минприроды России от 27.12.1993 № 04-25-61-5678 «О порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами»

Интегральный показатель содержания химических веществ в почвах:

Суммарный показатель (индекс) загрязнения Z_c :

$$K_k = \frac{C_i}{C_{\text{фон}}} \quad (3)$$

$$Z_c = \sum K_k - (n - 1) \quad (4)$$

Сравнение с фоном. Региональное фоновое содержание химических элементов в почвах – основание для выявления техногенного загрязнения почв

Оценка степени химического загрязнения почвы:

Категории загрязнения	Суммарный показатель загрязнения Z_c	Содержание в почве (мг/кг)					
		I класс опасности		II класс опасности		III класс опасности	
		Органические соединения	Неорганические соединения	Органические соединения	Неорганические соединения	Органические соединения	Неорганические соединения
Чистая	-	От фона до ПДК	От фона до ПДК	От фона до ПДК	От фона до ПДК	От фона до ПДК	От фона до ПДК
Допустимая	<16	От 1 до 2 ПДК	От 2 фоновых значений до ПДК	От 1 до 2 ПДК	От 2 фоновых значений до ПДК	От 1 до 2 ПДК	От 2 фоновых значений до ПДК

Умеренно опасная	16-32					От 2 до 5 ПДК	От ПДК до К _{max}
Опасная	32-128	От 2 до 5 ПДК	От ПДК до К _{max}	От 2 до 5 ПДК	От ПДК до К _{max}	>5 ПДК	>К _{max}
Чрезвычайно опасная	>128	>5 ПДК	>К _{max}	>5ПДК	>К _{max}		

Экологическое нормирование.

Основные подходы к экологическому нормированию:

1. Экосистемы полифункциональны (важнейшие функции – вклад в биосферные процессы, удовлетворение экономических, социальных и эстетических потребностей общества)
2. Нормативы предельных нагрузок вариантны (различны для экосистем разного назначения)
3. Нормативы дифференцированы – зависят от физико-географических условий региона и типа экосистем
4. Нормативы дифференцируются во времени: менее жесткие для существующих технологий, более жесткие для ближайшей перспективы и для проектируемых производств
5. Нормируют интегральную нагрузку, выражаемую в относительных единицах, а не концентрации отдельных загрязнителей
6. Среди показателей состояния биоты для нормирования выбирают отражающие важнейшие закономерности ее функционирования
7. Определение нормативов – только в исследованиях реальных экосистем на основе анализа зависимостей доза-эффект

Этапы реализации экологического нормирования:

1. Исследования по оценке устойчивости экосистемы или реакции человека на воздействие
2. Обоснование безопасных уровней и продолжительности воздействий на среду
3. Прогноз последствий воздействий
4. Апробация результатов на объектах нормирования

Термины и определения экологического нормирования

Распишем некоторые определения, связанные с экологическим нормированием.

Критерий экологического нормирования - выбранные свойства объекта нормирования, для которых разрабатываются нормативы

Экологическая нагрузка – такое изменение внешней среды, которое приводит или может привести к ухудшению качества объекта, т.е. к нежелательным изменениям в его состоянии

Экологическое нормирование – нахождение граничных значений экологических нагрузок для того, чтобы можно было установить ограничения для управляющих воздействий на объект нормирования и достигнуть целей нормирования

Предельно допустимая экологическая нагрузка (ПДЭН) – максимальная нагрузка, которая еще не вызывает ухудшения качества объекта нормирования

Экологический норматив – законодательно установленное ограничение экологических нагрузок

Идеально: экологический норматив = ПДН, реально они не равны. Причина: экологический норматив учитывает обстоятельства (технологическая достижимость, стоимость, социальные издержки)

Величины критических нагрузок – максимально поступление поллютантов, которое не сопровождается необратимыми изменениями в биогеохимической структуре, биоразнообразии и продуктивности экосистем в течение длительного времени, т.е. 50-100 лет (Башкин, 1997)

Экологический норматив экосистемы – граница количественного изменения параметров экосистемы, устанавливаемая из условия сохранения ее структуры и функций, а также всех экологических компонентов, необходимых для учета в хозяйственной деятельности

Принимается норма изменения параметров экосистемы. Параметры экосистемы: продуктивность, уровень разнообразия, качество продукции, устойчивость.

Экосистемный подход к нормированию качества компонентов окружающей среды

Экосистемный подход к нормированию качества компонентов окружающей среды требует учета природных взаимосвязей между ними, например, путей миграции химических элементов, порогов воздействия на биоту и т.п.

Пример: нормативы содержания биогенов и пестицидов в почвах должны учитывать требования к качеству водных объектов (в том числе подземных), расположенных в пределах сельхозугодий

Центральная проблема – вопрос о норме экосистем и критериях нормальности

Подходы к определению нормы:

1. Статистический (оценка центральной тенденции признака за период времени)
2. Функциональный (выполнение системой определенных функций)

Методы исследования, позволяющие установить экологический норматив:

1. Активные натурные эксперименты с экосистемами
2. Пассивные натурные эксперименты с экосистемами
3. Лабораторные эксперименты с экосистемами
4. Экспертные оценки

ГОСТ Р 56166-2019. Национальный стандарт Российской Федерации. Качество атмосферного воздуха. Метод определения экологических нормативов на примере лесных экосистем.

ГОСТ Р 56165-2019. Национальный стандарт Российской Федерации. Качество атмосферного воздуха. Метод установления допустимых промышленных выбросов с учетом экологических нормативов.

Определение экологических нормативов качества атмосферного воздуха в полевых условиях проводят на постоянных пробных площадках (не менее 5). В конце вегетационного периода для каждой пробной площадки получают следующие показатели:

1. Среднее среднесуточное значение концентрации изучаемого токсиканта, мг/м
2. Среднее максимальное разовое значение концентрации изучаемого токсиканта, мг/м
3. Данные по динамике интенсивности фотосинтеза
4. Данные по динамике активности пероксидазы
5. Данные по динамике проницаемости клеточных мембран листьев (хвои)
6. Средний радиальный прирост древостоя лесных насаждений, мм
7. Среднюю категорию состояния древостоя насаждений, баллы
8. Среднее проективное покрытие стволов деревьев эпифитными лишайниками, %
9. Средний линейный прирост боковых побегов, см
10. Средний линейный прирост осевого побега ствола, см
11. Средние размеры (площадь) листьев (хвои), мм, см
12. Среднюю абсолютную массу листьев (хвои), г
13. Среднюю густоту охвоения побегов хвоей разного возраста, шт. на 1 см длины побега

Нормирование на основе методологии приемлемого риска

Приемлемый экологический риск – это риск, уровень которого оправдан с точки зрения как экологических, так и экономических, социальных и других проблем в конкретном обществе и в конкретное время

По подходу, принятому в Нидерландах, приемлемый риск – 1% от min вероятности смерти на протяжении всей жизни

По данным Росстата вероятность риска смерти в возрасте от 10 до 14 лет – $3 \cdot 10^{-4}$ 1/год. В этом возрасте вероятность риска смерти минимальный. То есть уровень приемлемого риска в России должен быть $3 \cdot 10^{-6}$ 1/год.

Сейчас средней величиной приемлемого риска в профессиональной сфере обычно принимают $2,5 \cdot 10^{-4}$ гибели человека в год. Индивидуальный риск гибели при пожаре в России $1,3 \cdot 10^{-4}$ 1/год. Для действующих производств $1 \cdot 10^{-4}$ 1/год. Для новых вводимых объектов $1 \cdot 10^{-5}$ 1/год.

Как мы видим, риск неприемлем. Но затраты на снижение уровня риска на порядок = 54 млрд руб.

Классификация уровней риска.

Уровень риска	Индивидуальный пожизненный риск
Высокий – не приемлем для производственных условий и населения. Необходимо осуществление мероприятий по устранению или снижению риска	$>10^{-3}$
Средний – допустим для производственных условий; при воздействии на все население необходимы динамический контроль и углубленное изучение источников и возможных последствий неблагоприятных воздействий для решения вопроса о мерах по управлению риска	$10^{-3}-10^{-4}$
Низкий – допустимый риск (уровень, на котором, как правило, устанавливаются гигиенические нормативы для населения)	$10^{-4}-10^{-6}$
Минимальный – желательная (целевая) величина риска при проведении оздоровительных и природоохранных мероприятий	$<10^{-6}$

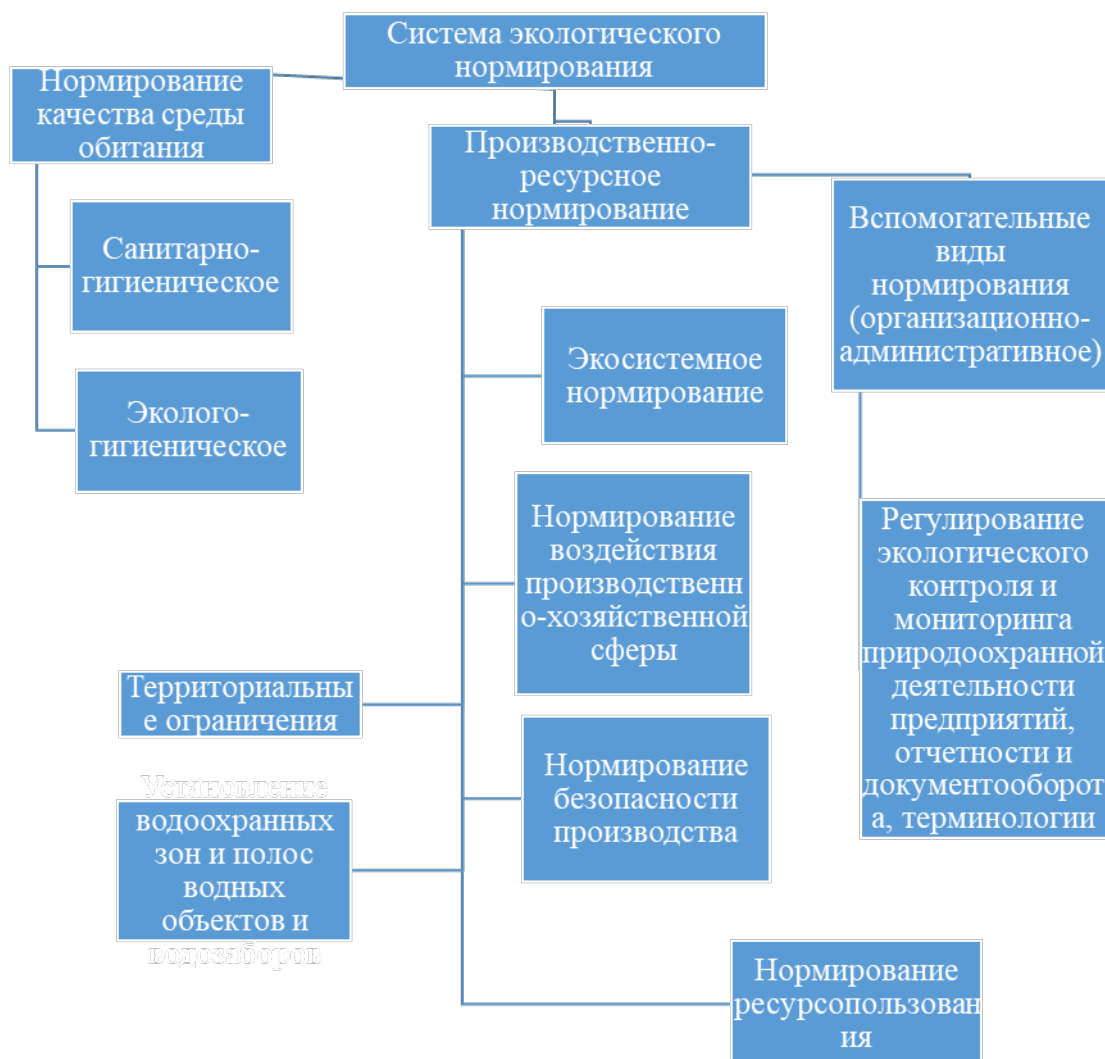
Нормирование на основе представлений о наилучших доступных технологиях (НДТ)

Наилучшая доступная технология – наиболее эффективная стадия в развитии видов деятельности и режимов эксплуатации, которые указывают на практическую пригодность конкретной технологии в качестве принципиальной основы расчета величин предельно допустимых выбросов, предусмотренных для предотвращения и, если это невозможно, общего сокращения выбросов и влияния на окружающую среду в целом.

«Технология» - способ, с использованием которого осуществляется проектирование, строительство, обслуживание, эксплуатация и вывод из эксплуатации.

«Доступные» - технологии, которые разработаны в масштабах, позволяющих реализацию их в условиях экономической и технической жизнеспособности, с учетом расходов и преимуществ, независимо от того, есть ли данные технологии в соответствующем государстве, и если они объективно доступны. «Наилучшими»

признаются технологии, наиболее эффективные для достижения высокого общего уровня окружающей среды.



В заключение, технологические нормативы строятся на том, что уровни концентрации загрязнителей были безопасны. И они индивидуальны, поэтому разработка нормативов допустимых выбросов, допустимых сбросов, комплексного экологического разрешения требует учета всех подходов.