

ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

**ЕСТЕСТВЕННОЕ
И АНТРОПОГЕННОЕ
ЗАГРЯЗНЕНИЕ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Под загрязнением окружающей среды понимают любое внесение в ту или иную экологическую систему несвойственных ей живых или неживых компонентов, физических или структурных изменений, прерывающих или нарушающих процессы круговорота или обмена веществ, потоки энергии со снижением продуктивности или разрушением данной экосистемы.

Загрязнения биосферы подразделяют на локальные, региональные и глобальные.

Локальные загрязнения характерны для городов, крупных промышленных предприятий, районов добычи полезных ископаемых.

Региональные загрязнения охватывают значительные территории и акватории, подверженные влиянию крупных промышленных районов.

Глобальные загрязнения распространяются на большие расстояния от места своего возникновения и оказывают неблагоприятное воздействие на крупные регионы, иногда на всю планету.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ

по происхождению:

природное
(пыльные бури, вулканы, сели и проч.)

антропогенное
(промышленность, транспорт и пр.)

по объектам загрязнения:

поверхностных и
подземных вод

атмосферного
воздуха

почвы

околоземного космического
пространства

по природе загрязнителя:

физическое
(параметрическое)

химическое
(ингредиентное)

биологическое

Тепловое

шумовое

электромагнитное

радиационное

органическое

минеральное

биогенное

микробиологическое

биоценотическое

ЗАГРЯЗНЕНИЕ

1

тепловое

шумовое

радиоактивное

*электро-
магнитное*

световое

2

аэрозоли

*химические
вещества*

*тяжелые
металлы*

пестициды

пластмассы

СЛАВ

3

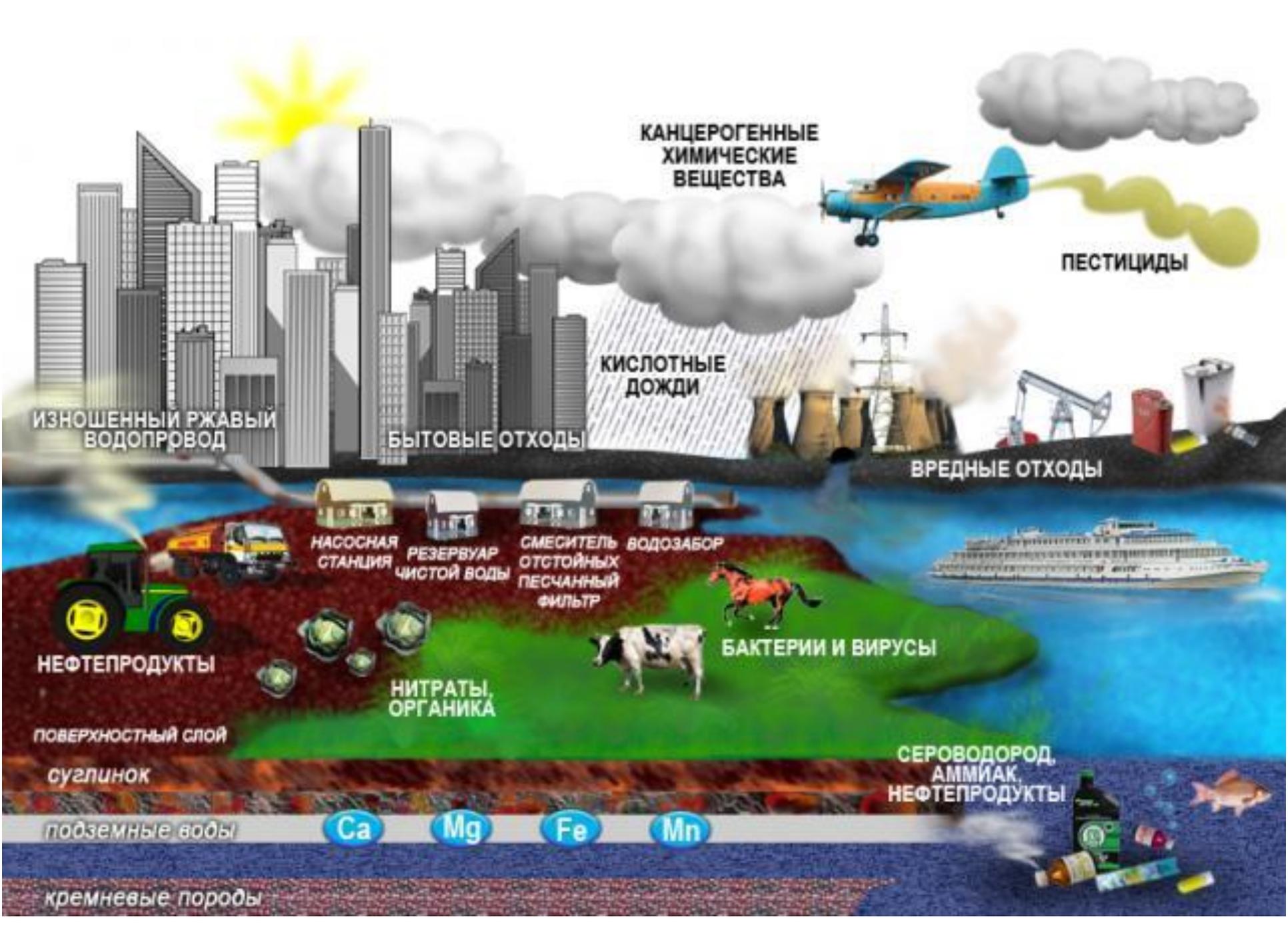
*биотическое
(биогенное)*

*микробиоло-
гическое*

*генная
инженерия*

Основные объекты загрязнения окружающей среды





ХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ

Химическое загрязнение — увеличение количества химических компонентов определенной среды, а также проникновение (введение) в нее химических веществ в концентрациях, превышающих норму или несвойственных ей. Наиболее опасны для природных экосистем и человека именно химические загрязнения, поставляющие в окружающую среду различные токсиканты — аэрозоли, химические вещества, тяжелые металлы, пестициды, пластмассы, поверхностно-активные вещества (детергенты). Химические загрязнения в настоящее время являются лимитирующими факторами развития цивилизации.

АЭРОЗОЛЬНЫЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Аэрозоли — аэродисперсные (коллоидные) системы, в которых долгое время во взвешенном состоянии могут находиться твердые частицы (пыль), капельки жидкости, образующиеся при конденсации паров, взаимодействии газовых сред или попадающие в воздушную среду без изменения фазового состава.

Основными источниками искусственных аэрозольных загрязнений воздуха являются тепловые электростанции, которые потребляют уголь высокой зольности, обогатительные фабрики, металлургические, цементные, магнезитовые и сажевые заводы. Аэрозольные частицы от этих источников отличаются большим разнообразием химического состава. Чаще всего в них обнаруживаются соединения кремния, кальция и углерода (несгоревший уголь, сажа, смола); реже — оксиды металлов, а также асбест.

Твердые частицы, поступающие в атмосферу

Загрязнители	Масса, млн.т/год
Естественные источники	
Первичные загрязнители	
Частицы почвы и горных пород (ветровая эрозия)	100-500
Зола от лесных пожаров и сжигания сельскохозяйственных отходов	3-150
Морская пыль	300
Вулканическая пыль	20-150
Вторичные загрязнители	
Сульфаты	130-200
Соли аммиака	80-270
Нитраты	60-430
Углеродные соединения растительного происхождения	75-200
ИТОГО по естественным источникам	768-1900
Искусственные источники	
Первичные загрязнители	
Частицы в составе промышленных выбросов	10-90
Вторичные загрязнители	
Сульфаты	130-200
Нитраты	30-35
Углеродные соединения растительного происхождения	15-90
ИТОГО по искусственным источникам	185-415
ИТОГО по естественным и искусственным источникам	953-2315

Загрязнители, выбрасываемые всеми техногенными источниками в атмосферу Земли

Загрязнитель	Масса млн.т /год
Твердые частицы дыма и промышленная пыль	580
Оксиды углерода	360
Летучие углеводороды и другая органика	320
Оксиды серы	160
Оксиды азота	110
Соединения фосфора	18
Сероводород	10
Аммиак	8
Хлор	1
Фтористый водород	1

КИСЛОТНЫЕ ДОЖДИ

Кислотные осадки (дожди) формируются при растворении в воде диоксидов серы и азота. Такие осадки, выпадая на поверхность Земли, имеют показатель кислотности $pH < 5,6$. Основным источником таких выбросов являются продукты сгорания топлива (уголь, мазут, бензин и т.д.) в энергетических установках предприятий, наземного и воздушного транспорта, выбросы химических и металлургических предприятий.

Emissions

Deposition

Effects

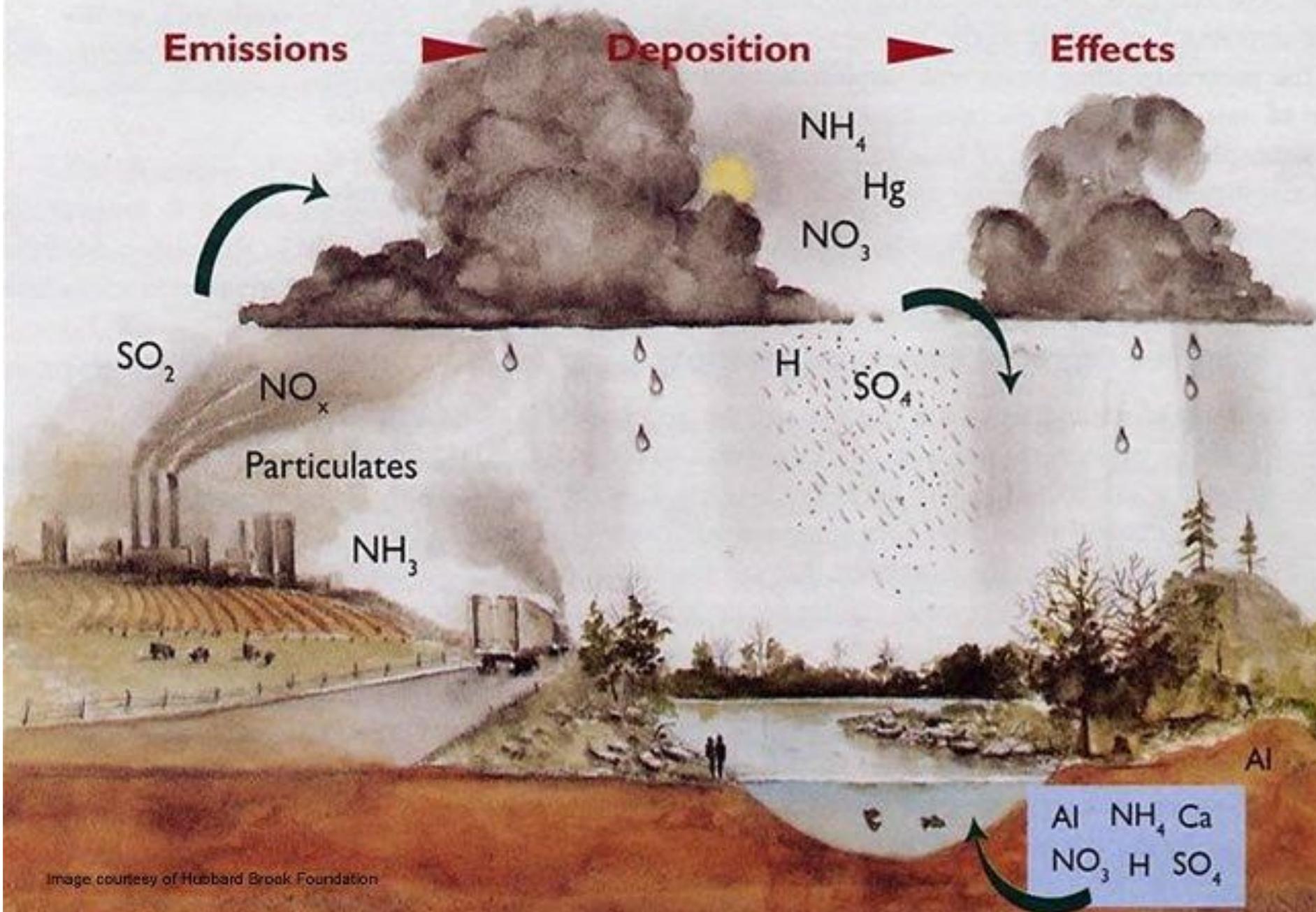


Image courtesy of Hubbard Brook Foundation

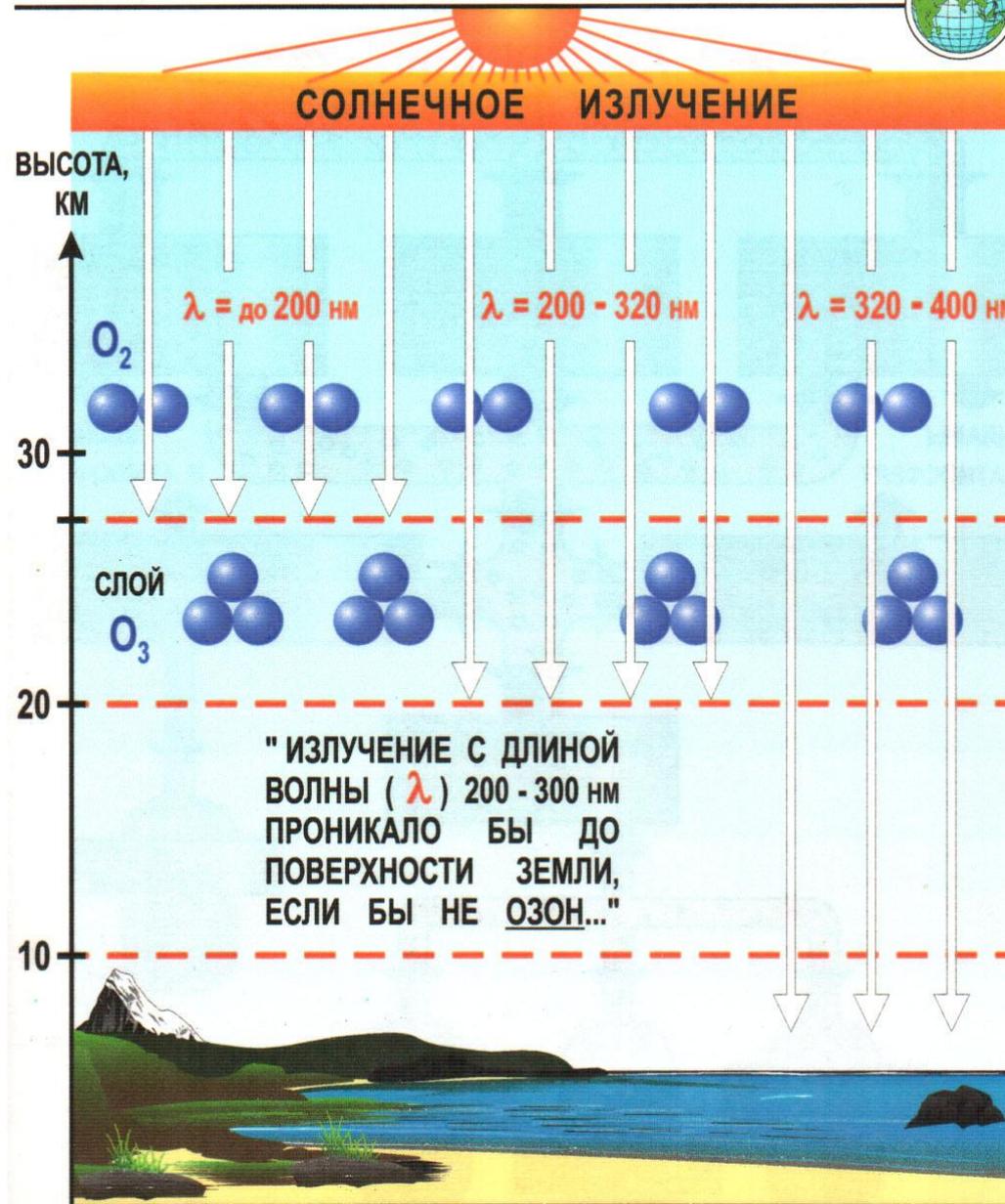
РАЗРУШЕНИЕ ОЗОНОВОГО СЛОЯ

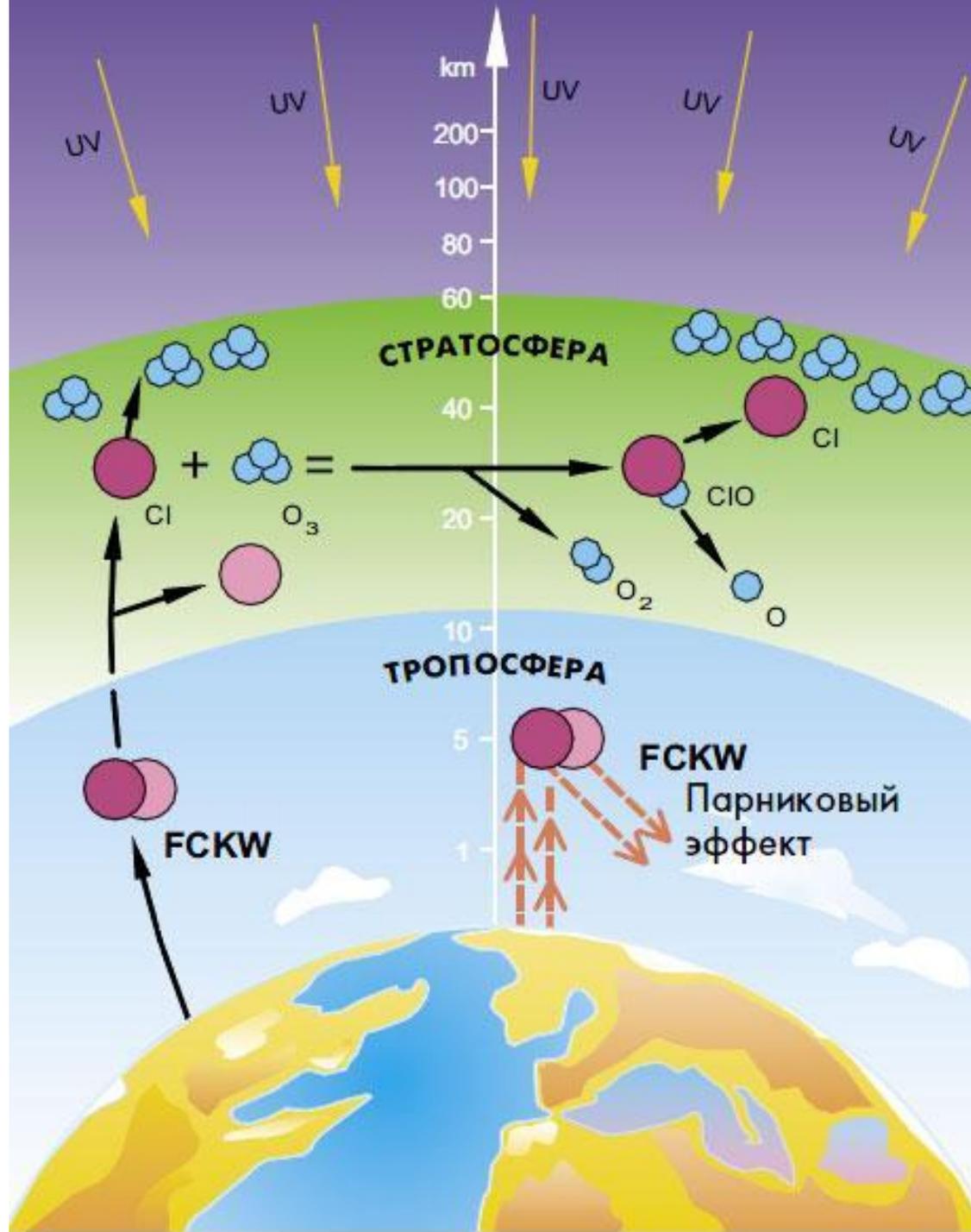
Известно, что более 99% ультрафиолетового излучения Солнца поглощается слоем озона (O_3) на высоте 25 км (в среднем) от поверхности Земли.

Основные источники NO_x антропогенного происхождения — двигатели внутреннего сгорания, высокотемпературные энергетические установки, в которых сжигается топливо, ракеты и сверхзвуковые самолеты.

Уменьшение озонового слоя, средняя толщина которого составляет 2,5—3,5 мм, может привести к изменениям облачного покрова Земли, нарушению теплового баланса атмосферы. Рост мощности ультрафиолетового излучения, достигающего поверхности Земли, может оказать существенное влияние на биологические и геохимические процессы.

ОЗОНОВЫЙ СЛОЙ – ЩИТ НАШЕЙ ПЛАНЕТЫ





ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ

Быстрыми темпами нарастает в атмосфере содержание двухатомных газов с несимметричной молекулой (СО, НСl и др.), трехатомных газов (H_2O , CO_2 , SO_2) и газов с числом атомов больше трех (NH_3 , CH_4 и др.). Эти газы обуславливают парниковый эффект. Солнечная радиация, падающая на Землю, частично поглощается поверхностью суши и океана, 30% ее отражается в космическое пространство. Поглощенная энергия солнечной радиации преобразуется в теплоту и излучается в космос в диапазоне длин волн инфракрасного излучения. Чистая атмосфера прозрачна для ИК-излучения, а атмосфера, содержащая пары парниковых газов, поглощает инфракрасные лучи, благодаря чему происходит ее разогрев. Поэтому парниковые газы можно уподобить стеклянному покрытию в обычных садовых парниках.

ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ

А Т М О С Ф Е Р А

Солнечная радиация
проникает сквозь
чистую атмосферу
Приходящая радиация равна
343 Ватт на кв. Метр

Часть солнечной радиации
отражается атмосферой
и земной поверхностью
Отраженная радиация
103 Ватт на кв. Метр

Часть инфракрасной радиации
проходит сквозь
атмосферу и теряется в космосе
Нетто уходящей радиации
240 Ватт на кв. Метр

ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ

Нетто приходящей
солнечной радиации
составляет 240 Ватт
на кв. Метр

Часть инфракрасного излучения
поглощается и отражается назад
молекулами парниковых газов.
Прямым эффектом этого становится нагревание
поверхности земли и тропосферы

Поверхность получает
больше тепла и инфракрасная
радиация выбрасывается снова

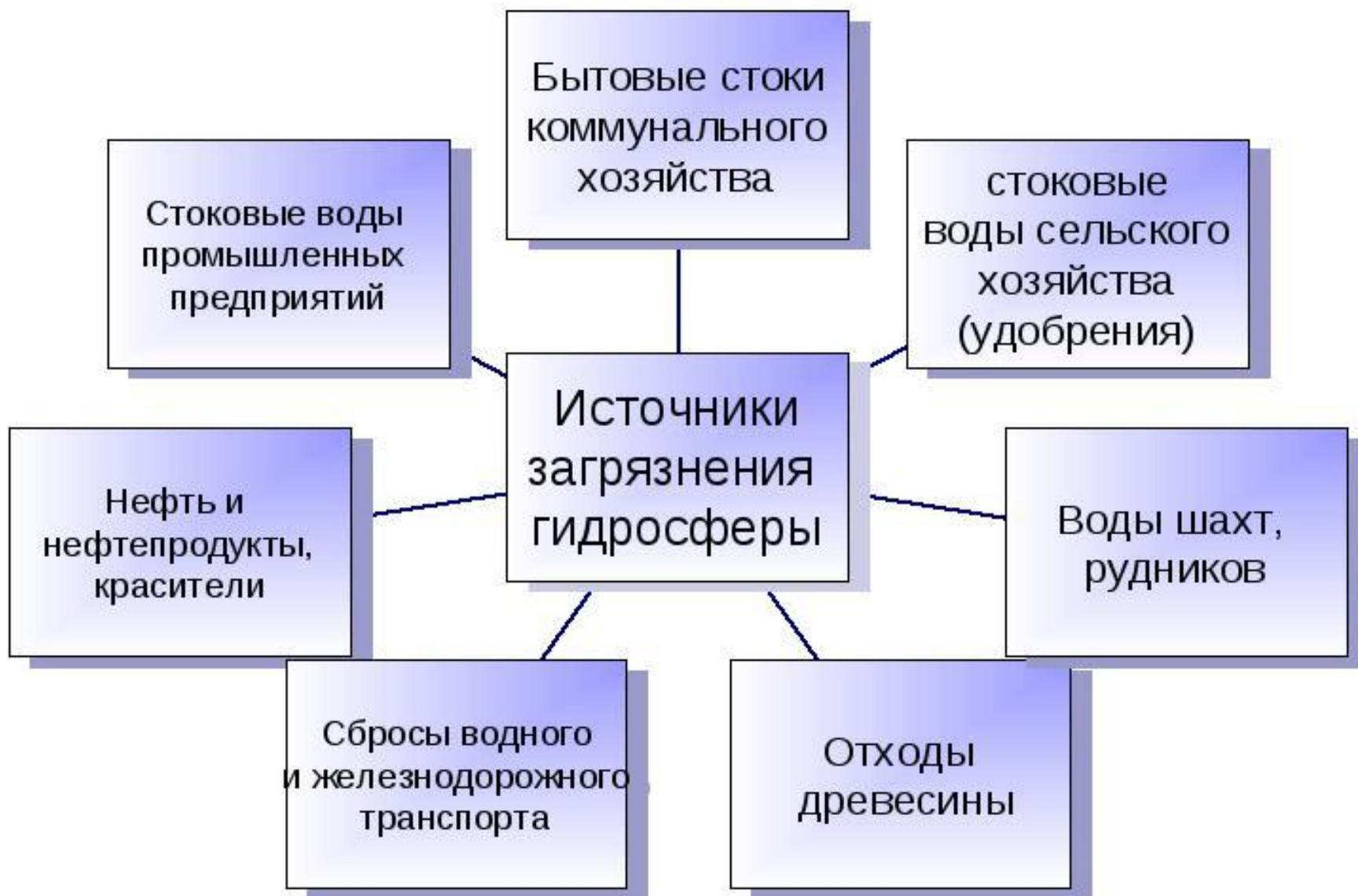
Солнечная энергия
поглощается земной
поверхностью и нагревает ее
168 Ватт на кв. метр

... и она конвертируется в
тепло вызывая эмиссию
длинноволновой (инфракрасной)
радиации в атмосферу

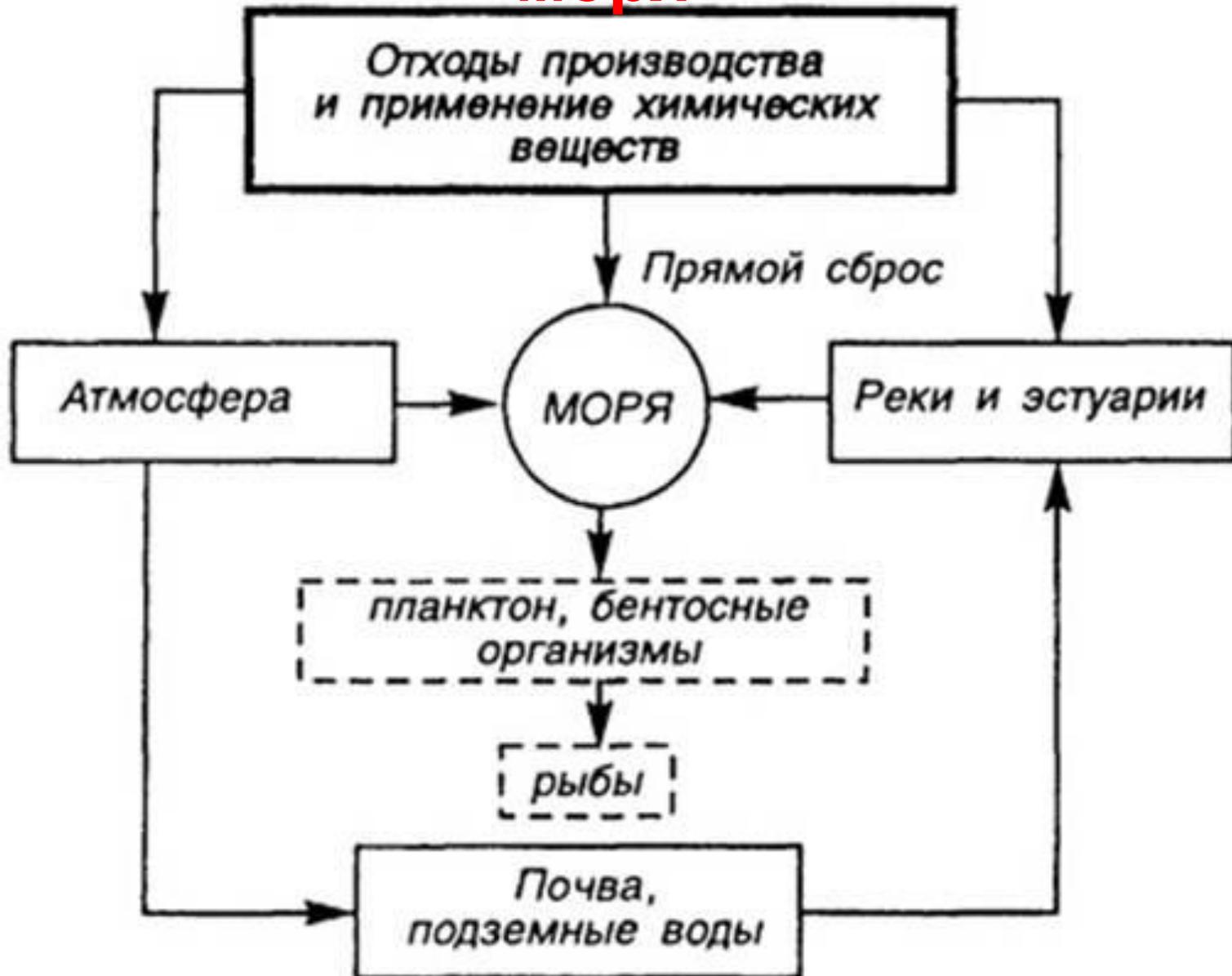
З Е М Л Я

Среди химических загрязнителей воды наибольшую опасность представляют фенолы, нефть, нефтепродукты, тяжелые металлы, пестициды. Загрязнение Мирового океана связано главным образом с поступлением огромного количества вредных антропогенных веществ на его акватории.

В настоящее время в водные объекты ежегодно поступает более 30 тыс. различных химических соединений в количестве до 1,2 млрд т, а всего на поверхность океанов, морей и рек в результате аварий и сбросов поступают нефть и нефтепродукты в количестве, превышающем 12 млн т в год. Каждая тонна нефти образует на воде пленку площадью до 12 км².



Пути попадания загрязняющих веществ в моря



Концентрация нефтепродуктов в районах Мирового океана

Акватория	Концентрация, мкг/л
Тихий океан, северо-западная часть	0-200
Атлантический океан, северо-восточная часть	0-160
Северное море	0-350
Средиземное море	0-950
Балтийское море	800-8000



МИССИСИПИ

Биллокси

Паскагола

АЛАБАМА

Новый Орлеан

ОСТРОВА
СРЕТЕНИЯ

Мексиканский залив

ЛУИЗИАНА

Венеция

р. Миссисипи

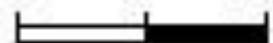


Место аварии

■ Нефть на пляже
■ Нефтяное пятно

30 мая

0 50 км

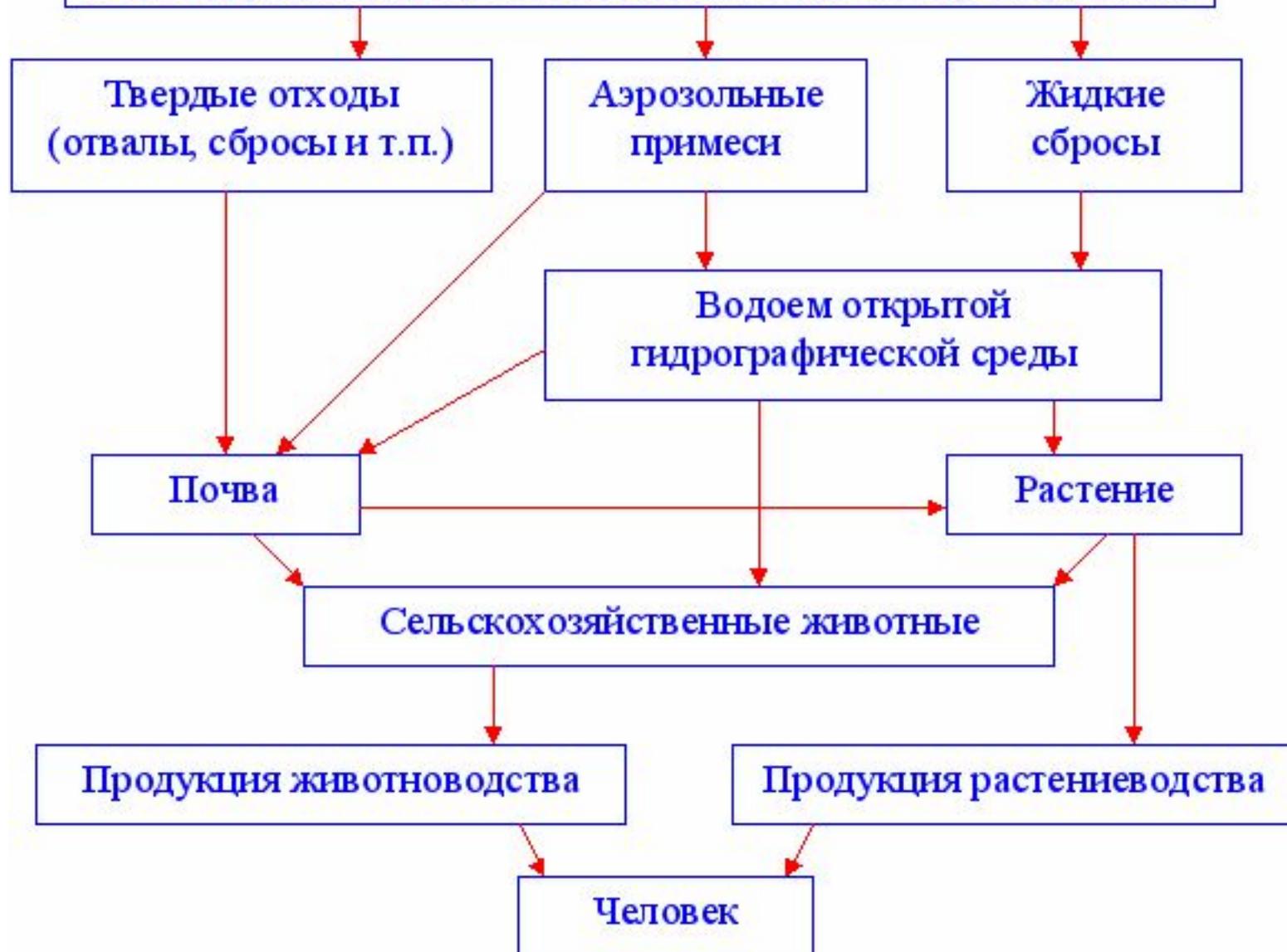


ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ

К ним относятся более 40 химических элементов периодической системы Д.И. Менделеева (хром, марганец, железо, кобальт, никель, медь, цинк, галлий, германий, молибден, кадмий, олово, сурьма, теллур, вольфрам, ртуть, таллий, свинец, висмут и т.д.).

Часть техногенных выбросов тяжелых металлов, поступающих в атмосферу в виде аэрозолей, переносится на значительное расстояние и вызывает глобальное загрязнение. Другая часть с гидрохимическим стоком попадает в бессточные водоемы, где накапливается в водах и донных отложениях и может стать источником вторичного загрязнения.

Источник техногенного воздействия
(промышленные, энергетические, химические,
металлургические и сельскохозяйственные предприятия)



Пестициды — средства защиты растений от вредителей и болезней. В настоящее время используется около 700 химических веществ, из которых создается несколько тысяч препаратов пестицидов. Пестициды — единственный загрязнитель, который сознательно вносится человеком в окружающую среду.

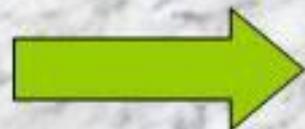
Пестициды

фунгициды
и бактерициды

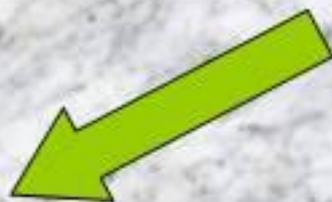
гербициды

инсектициды

производство
пестицидов



побочные
продукты



загрязнение
сточных вод



загрязнение
Мирового океана

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ УДОБРЕНИЯ

Это вещества, компенсирующие потери элементов почвы, связанные с ростом растений. Для сохранения почвенной экосистемы на полях следует вносить эквивалентное количество соответствующих элементов. Отсюда успехи сельского хозяйства связаны с минеральными удобрениями и ежегодно увеличивают их количество, вносимое в почву. При этом не все удобрения достигают растений, много их теряется, в частности при вымывании из почвы.

ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА

Широкое применение синтетических поверхностно-активных веществ, или детергентов, особенно в составе моющих средств, обуславливают поступление их со сточными водами во многие водоемы, в том числе и в источники хозяйственно-питьевого водоснабжения. В настоящее время эти вещества — одни из самых распространенных химических загрязнителей водоемов.

Поверхностно-активные вещества относятся к экологически жестким веществам. Они очень трудно ассимилируются природной средой и крайне отрицательно влияют на состояние водоемов. На их окисление расходуется слишком много растворенного кислорода, который таким образом отвлекается от процессов биологического окисления.

Процессы, разрушающие почвы

Аридизация
суши

Эрозия почв

Водная

Ветровая

Техническая

Ирригационная

ФИЗИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ

Физические загрязнения
связаны с изменением
физических, энергетических,
волновых и радиационных
параметров внешней среды.

ТЕПЛОВЫЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Ежегодно в мире сжигается до 5 млрд т угля, 3,2 млрд т нефти, что сопровождается ежегодным выбросом в атмосферу более 20 млрд т CO_2 и выделением $2 \cdot 10^{20}$ Дж тепла.

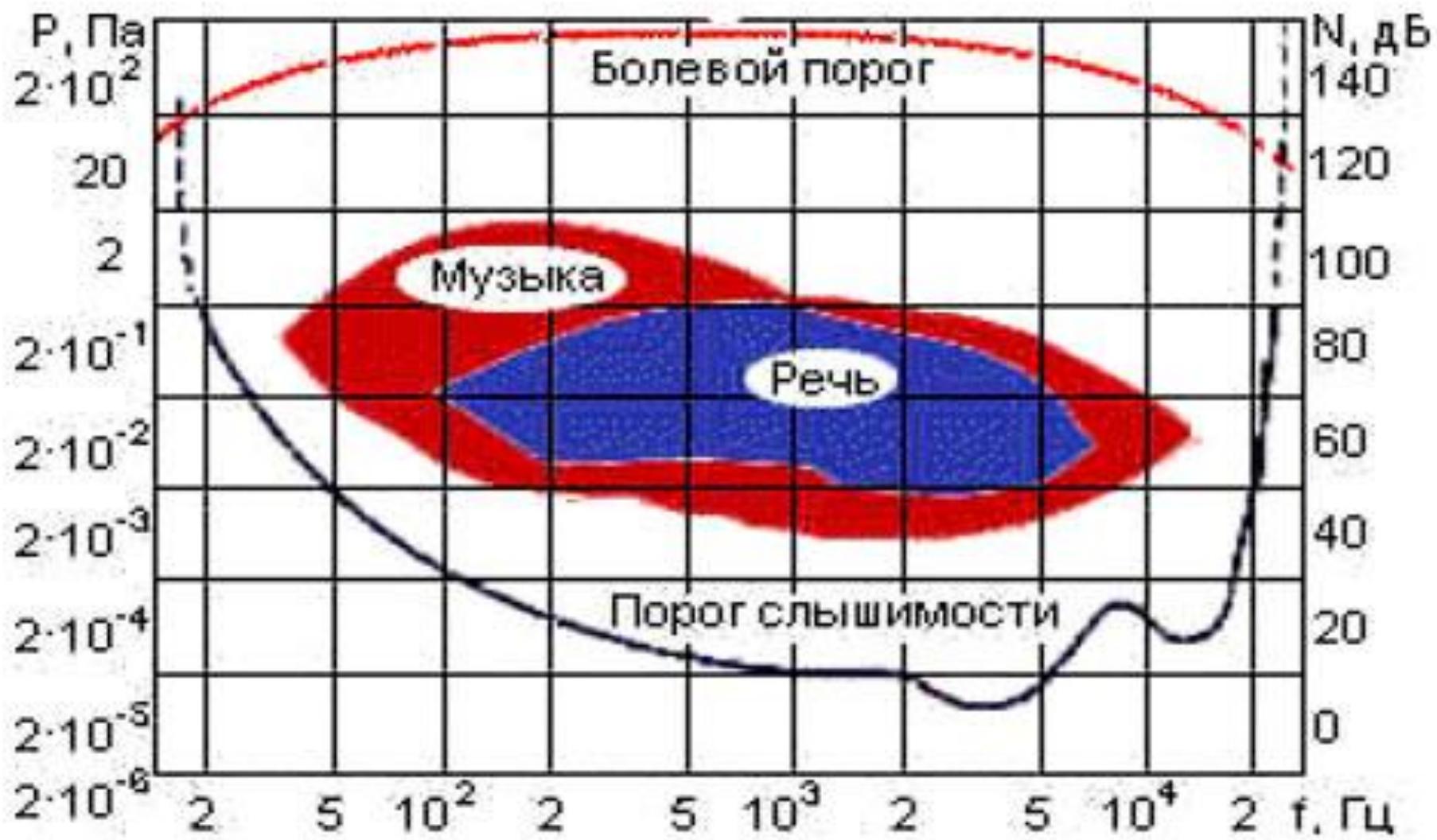
Тепловые загрязнения при повышении температуры воды приводят к понижению концентрации кислорода в воде, замене обычной флоры водорослей менее желательными сине-зелеными водорослями, а также усиливают восприимчивость организмов к токсичным веществам.

Для ограничения теплового загрязнения количество тепла, отводимого в водный объект, не должно повышать температуру последнего: в водоемах питьевого и культурного водопользования — более чем на 3 °С по сравнению с максимальной температурой воды в летнее время; в водоемах, используемых в рыбохозяйственных целях, — более чем на 3 °С в летний и 5 °С в зимний периоды.

ШУМ И ВИБРАЦИЯ

Шум — одна из форм физического (волнового) загрязнения окружающей среды, адаптация организмов к которому практически невозможна. Шум — сочетание акустических волн различной частоты и интенсивности. Акустические волны — это механические колебания, распространяющиеся в упругой среде (твёрдой, жидкой, газообразной). Основными параметрами акустических волн являются интенсивность и спектральный состав (спектр).

Субъективной характеристикой звука, связанной с его интенсивностью, является громкость, зависящая от частоты.



Уровень шума от некоторых источников

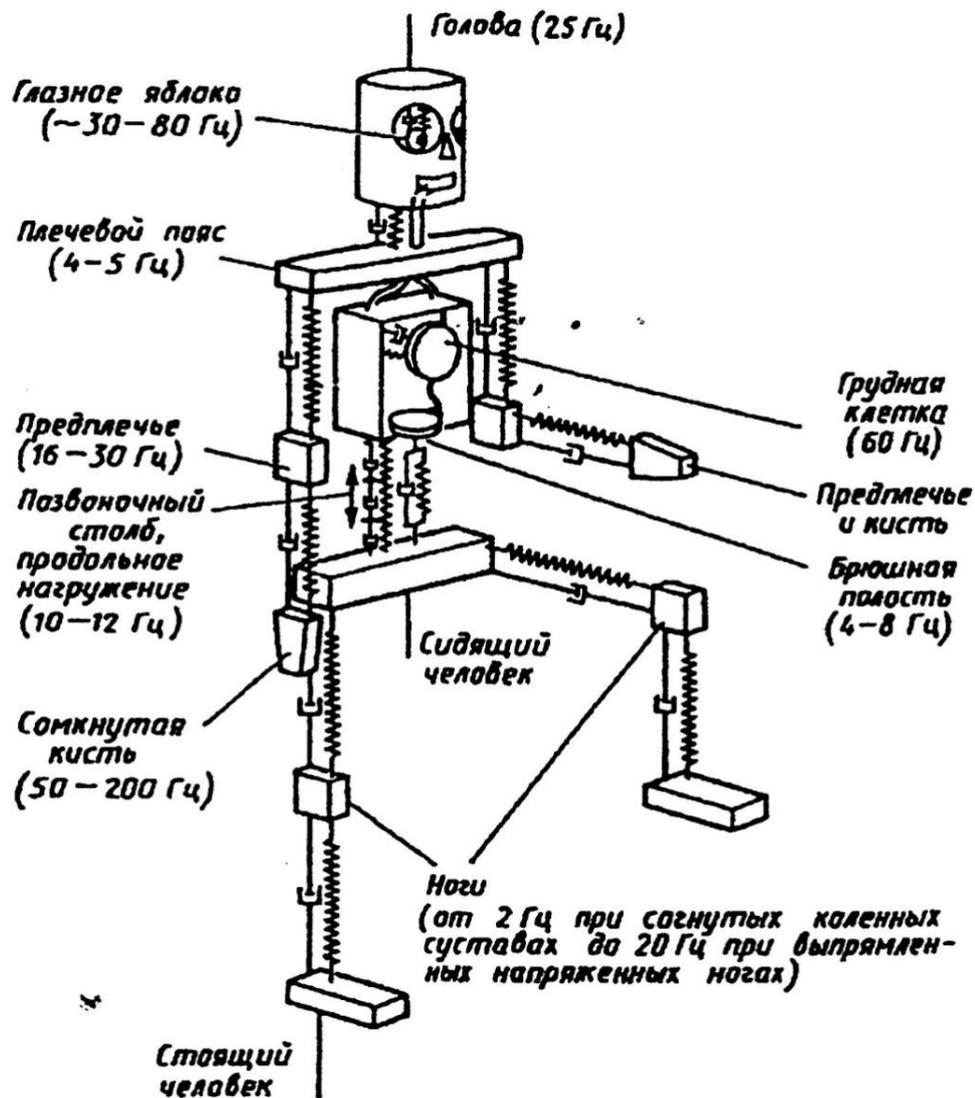
Источник звука	Уровень шума дБА
Выстрел крупнокалиберного орудия на расстоянии 1-2 м от орудия	160
Шум самолета на удалении 50 м	120
Газотурбинные установки, компрессорные станции	100-110
В шумных цехах машиностроительных и металлургических заводов	80-100
Железнодорожный транспорт на расстоянии 20 м	90-100
Шум в вагоне метро при скорости 65 км/ч	95
Шум в кабине пассажирского самолета	90
Автомобильный транспорт на расстоянии 7,5 м	77-83
Нормальная речь	60
Шепот на расстоянии 1 м	30-40
Шелест листьев на расстоянии нескольких метров	15
Порог слышимости при 1000 Гц	0

Вибрация — совокупность механических колебаний.

Звуковая вибрация представляет самостоятельный интерес лишь при очень высоких ее уровнях в связи с вибрационной усталостью материалов и конструкций. Вибрации могут, во-первых, способствовать звукоизлучению в окружающую среду, т.е. являться источником вредных и, прежде всего, инфразвуковых волн; во-вторых, воздействуя непосредственно на скелет человека, передаваться с малым затуханием в любую точку организма и приводить даже при относительно малых уровнях вибраций к значительным последствиям, связанным с резонансными явлениями в организме человека.

Источниками вибраций являются транспортные средства, промышленные агрегаты, строительные машины и механизмы.

Модель тела человека и резонансы отдельных его частей



Характеристики источников вибрации

Источник вибрации	Виброскорость, мм/с
Рельсовый транспорт	160-0,3
Промышленные установки	5-0,05
Строительная техника	1,6-0,002
Автомобильный транспорт	0,07-0,005
Дневной фон в городе	0,02-0,006
Ночной фон в городе	0,01-0,003
Уровень микросейсмичности в несейсмичных районах	$\leq 0,05$
Безопасный геологический уровень	0,225
Безопасный физиологический уровень	0,12

Электромагнитные излучения

Электромагнитное загрязнение — результат изменения электромагнитных свойств окружающей среды (электромагнитного фона). Источниками естественных электромагнитных полей (ЭМП) являются атмосферное электричество, солнечное и космическое излучение. Естественные изменения электромагнитного фона за счет существенного изменения солнечной активности, магнитных бурь и тому подобных называют электромагнитными аномалиями.

Спектр электромагнитных излучений

Название ЭМИ		Диапазон частот, Гц	Длины волн, м
Статические	Постоянные ЭМП	0	—
Низкочастотные	Крайне- и сверхнизкие	$3(10^0 \dots 10^2)$	$10^8 \dots 10^6$
	Инфра- и очень низкие, низкие	$3(10^2 \dots 10^4)$	$10^6 \dots 10^4$
Радиочастотные	Длинные волны (ДВ)	$3(10^4 \dots 10^5)$	$10^4 \dots 10^3$
	Средние волны (СВ)	$3(10^5 \dots 10^6)$	$10^3 \dots 10^2$
	Короткие волны (КВ)	$3(10^6 \dots 10^7)$	$10^2 \dots 10^1$
	Ультракороткие (УКВ)	$3(10^7 \dots 10^8)$	$10^1 \dots 10^0$
	Микроволны (СВЧ)	$3(10^8 \dots 10^{11})$	$10^0 \dots 10^{-3}$
Оптические	Инфракрасные	$3(10^{11} \dots 10^{14})$	$10^{-3} \dots 10^{-6}$
	Видимые	$3 \cdot 10^{14}$	$(0,39 \dots 0,76)10^{-6}$
	Ультрафиолетовые	$3(10^{14} \dots 10^{15})$	$10^{-6} \dots 10^{-7}$
Ионизирующие	Рентгеновское излучение	$3(10^{15} \dots 10^{19})$	$10^{-7} \dots 10^{-11}$
	Гамма-излучение	$3(10^{19} \dots 10^{22})$	$10^{-11} \dots 10^{-14}$

Оценивая биологическое влияние ЭМП в целом, можно отметить, что воздействие слабых ЭМП на целостный организм животных чаще всего приводит к нарушениям физиологических функций: ритма сердечных сокращений и уровня кровяного давления, электрической активности мозга и возбудимости нервных клеток, обменных процессов, иммунной активности и т.д.

Наиболее высока чувствительность организмов к многократным воздействиям ЭМП. При этих условиях имеет место кумулятивный эффект: реакции возникают в результате ряда воздействий, каждое из которых самостоятельно не вызывает реакции. Подобные суммарные эффекты наблюдаются и при длительном непрерывном воздействии ЭМП.

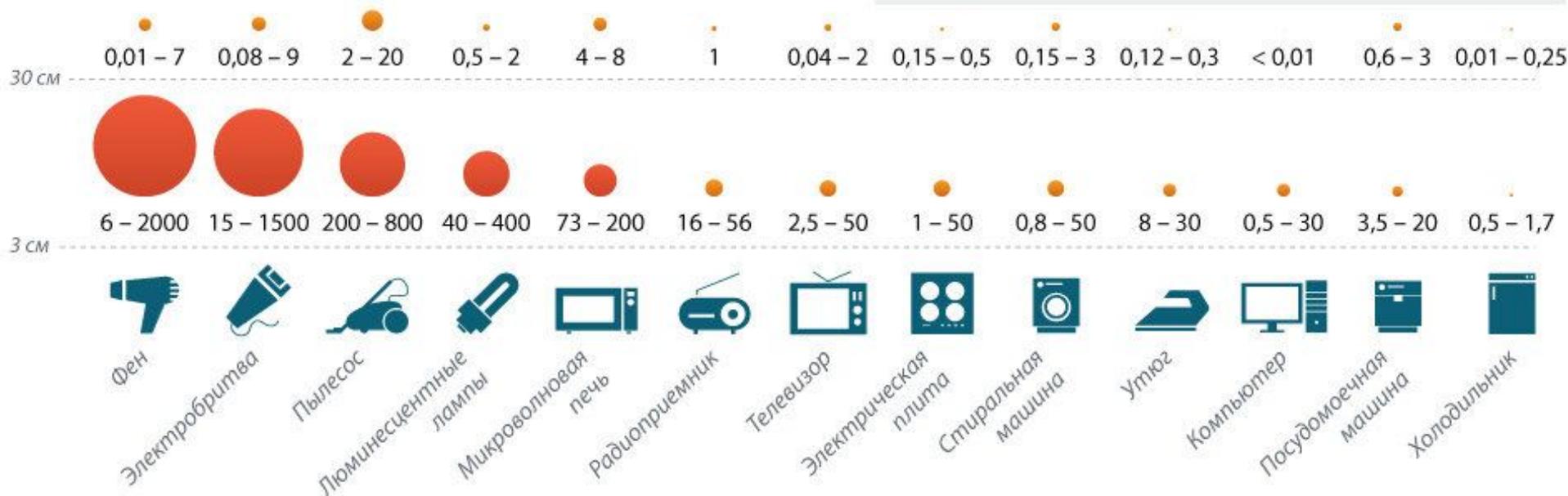
Электромагнитное излучение бытовых приборов

Диапазон характеристик электромагнитного поля

индукция (мкТл) на разных расстояниях от прибора

Тесла (Тл) — единица измерения индукции магнитного поля

! Согласно нормам, предельно допустимый уровень магнитного поля составляет **100 мкТл** (при ежедневном 8-часовом воздействии)

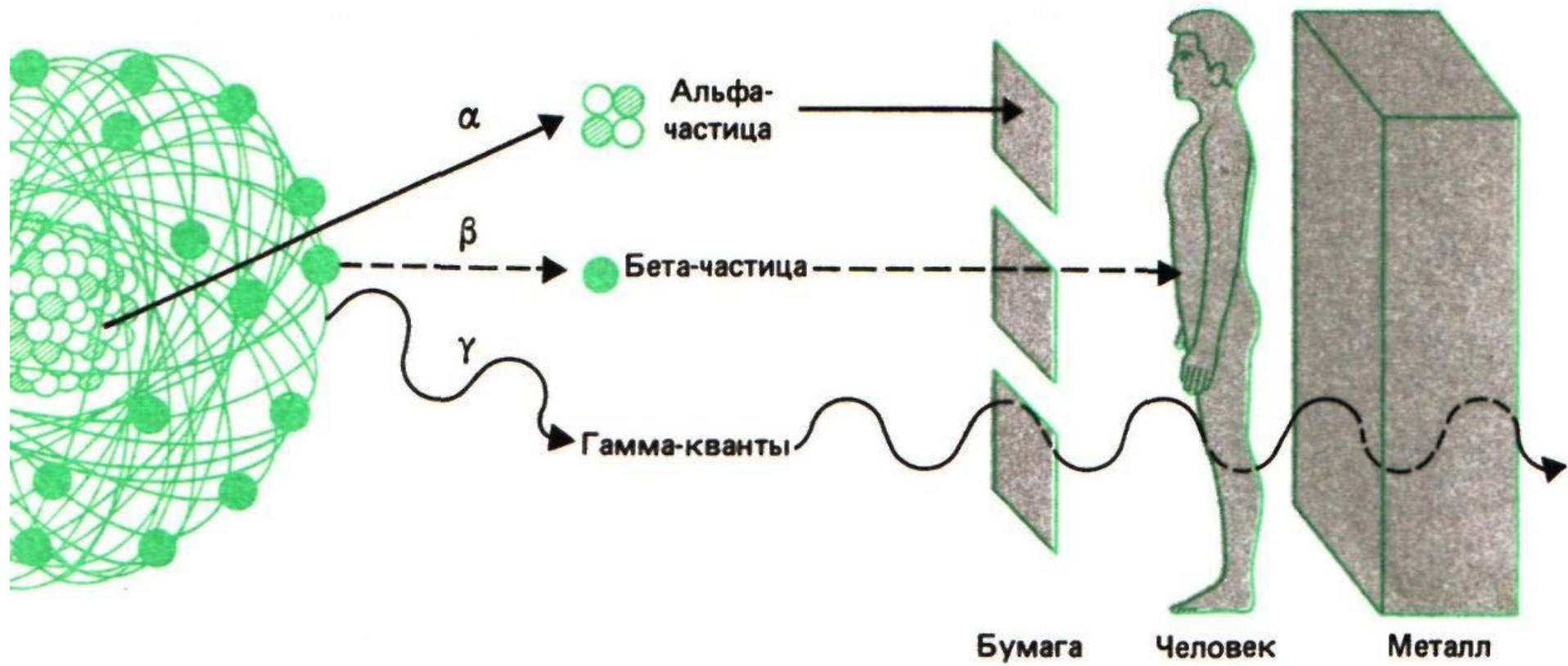


До сих пор нет однозначных доказательств того, что слабое электромагнитное излучение (от бытовой техники) отрицательно влияет на организм человека

РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ

Радиоактивное загрязнение представляет особую опасность для человека и среды его обитания. Явление радиоактивности связано с самопроизвольным распадом атомных ядер, приводящим к изменению их атомного номера или массового числа и сопровождающимся альфа-, бета- и гамма-излучениями.

Радионуклиды разделяются на естественные — образовавшиеся на начальном этапе эволюции Земли и при последующих геологических процессах, и искусственные — полученные человеком в атомных реакторах и других энергетических установках.



РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ БИОСФЕРЫ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ ФАКТОРЫ

Космическое
излучение

Радиоактивные
элементы литосферы

АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ

Разработка
радиоактивных
руд

Применение
радионуклидов в
различных отраслях
хозяйства

Аварии на АЭС
и предприятиях

Ядерно-
технические
установки

Ядерные
взрывы в
мирных целях

Испытание
ядерного
оружия

Основную часть облучения (более 80% годовой эффективной эквивалентной дозы) население земного шара получает от естественных источников радиации. Зоны повышенной радиоактивности распределены на территории России неравномерно. Они известны как в европейской части, так и в Зауралье, на Полярном Урале, в Западной Сибири, Прибайкалье, на Дальнем Востоке, Камчатке, северо-востоке. Именно природные источники ионизирующего излучения в зонах аномальной радиоактивности вносят основной вклад (до 70%) в суммарную дозу облучения населения, равную 420 мбэр/год. Среди естественных радионуклидов наибольшее радиационно-генетическое значение имеют радон и



Источники общего радиационного фона

Радиация в повседневной жизни

«Среднее» фоновое облучение
жителя Земли **2400** мкЗв/год

В том числе:

Излучение земных пород **450** мкЗв/год

Излучение из космоса **290** мкЗв/год

Продукты питания **290** мкЗв/год

Радон, присутствующий в воздухе
1200 мкЗв/год

и другое

Радоновые ванны за сеанс **14** мкЗв

Рентгенография грудной
клетки за процедуру **50** мкЗв

Рентгенографическое
исследование
желудочно-кишечного
тракта за процедуру **600** мкЗв

Компьютерная томография
грудной клетки за процедуру **6900**
мкЗв

Стандартная доза облучения
населения, живущего
вблизи АЭС в год **50** мкЗв

Перелет в самолете
из Минска в Нью-Йорк
и обратно за время перелета **200** мкЗв

Естественный природный фон
в Республике Алтай
(Российская Федерация) в год **10000**
мкЗв

Бразилия, пляжи курорта
Гуарапари в год **9700**
мкЗв

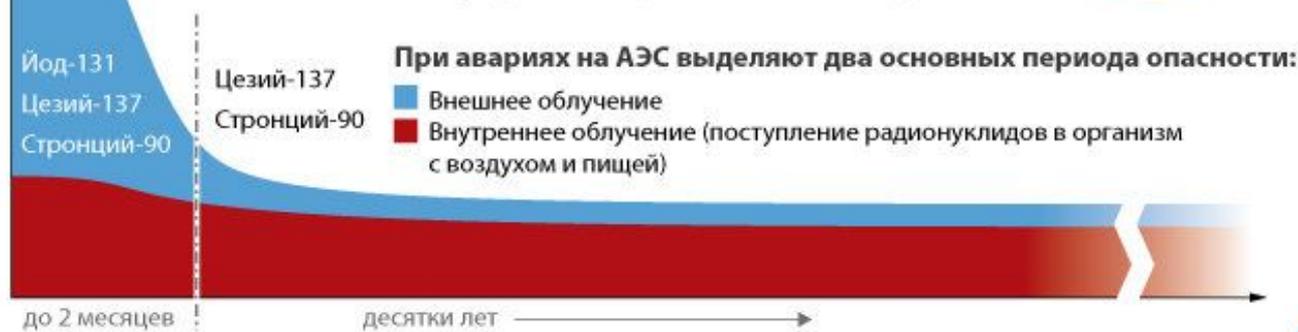
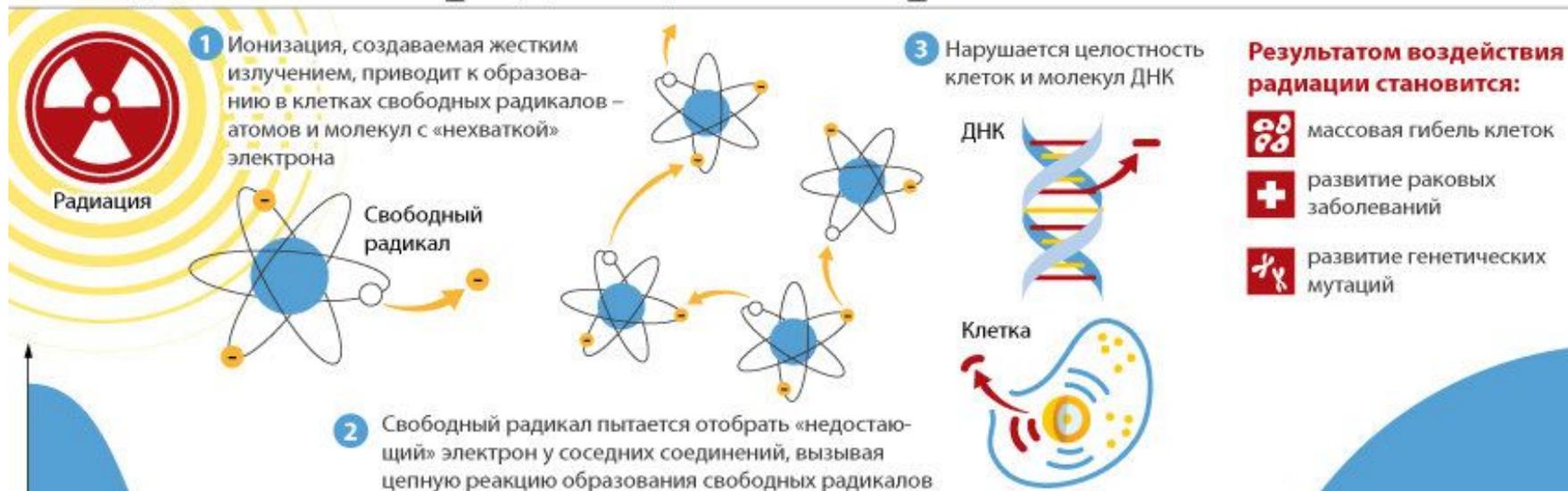
Предельная доза облучения,
разрешенная для лиц,
участвующих в ликвидации
последствия аварии в год **250000**
мкЗв



ПУТИ ПОСТУПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДА В ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА



Воздействие радиации на организм человека



Воздействие различных доз облучения

Доза, Гр*

0,0007-0,002

Доза, получаемая за год в нормальных условиях

0,05

Предельно допустимая доза профессионального облучения в год

0,1

Уровень удвоения вероятности генных мутаций

0,25

Однократная доза оправданного риска в чрезвычайных обстоятельствах

1,0

Доза возникновения острой лучевой болезни

3-5

Без лечения 50% облученных умирает в течение 1-2 месяцев вследствие нарушения деятельности клеток костного мозга

10-50

Смерть наступает через 1-2 недели вследствие поражений главным образом желудочно-кишечного тракта

* - Единица поглощенной дозы радиации – грэй (Гр)

100

Смерть наступает через несколько часов или дней вследствие повреждения центральной нервной системы



ШКАЛА РАДИОАКТИВНОГО ЗАРАЖЕНИЯ

2 мЗв
в год

Обычный радиационный фон, которому подвергаются все люди в повседневной жизни

1000 мЗв
разовая доза

Вызывает лучевую болезнь, с тошнотой и пониженным содержанием белых телец в крови, но не летальный исход

5000 мЗв
разовая доза

Половина людей, получивших такую дозу радиации, умирают в течение месяца

9 мЗв
в год

Облучение, получаемое экипажем самолета, совершающего перелет Токио — Нью-Йорк через Северный полюс

350 мЗв
на протяжении жизни

Основание для эвакуации людей после катастрофы в Чернобыле

100 мЗв
в год

Уровень, резко увеличивающий вероятность развития рака

20 мЗв
в год

Средний допустимый уровень облучения для работников атомной промышленности

**1 мЗв =
0,001 Зиверт**

1 Зиверт единица измерения эффективной и эквивалентной доз ионизирующего излучения.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ

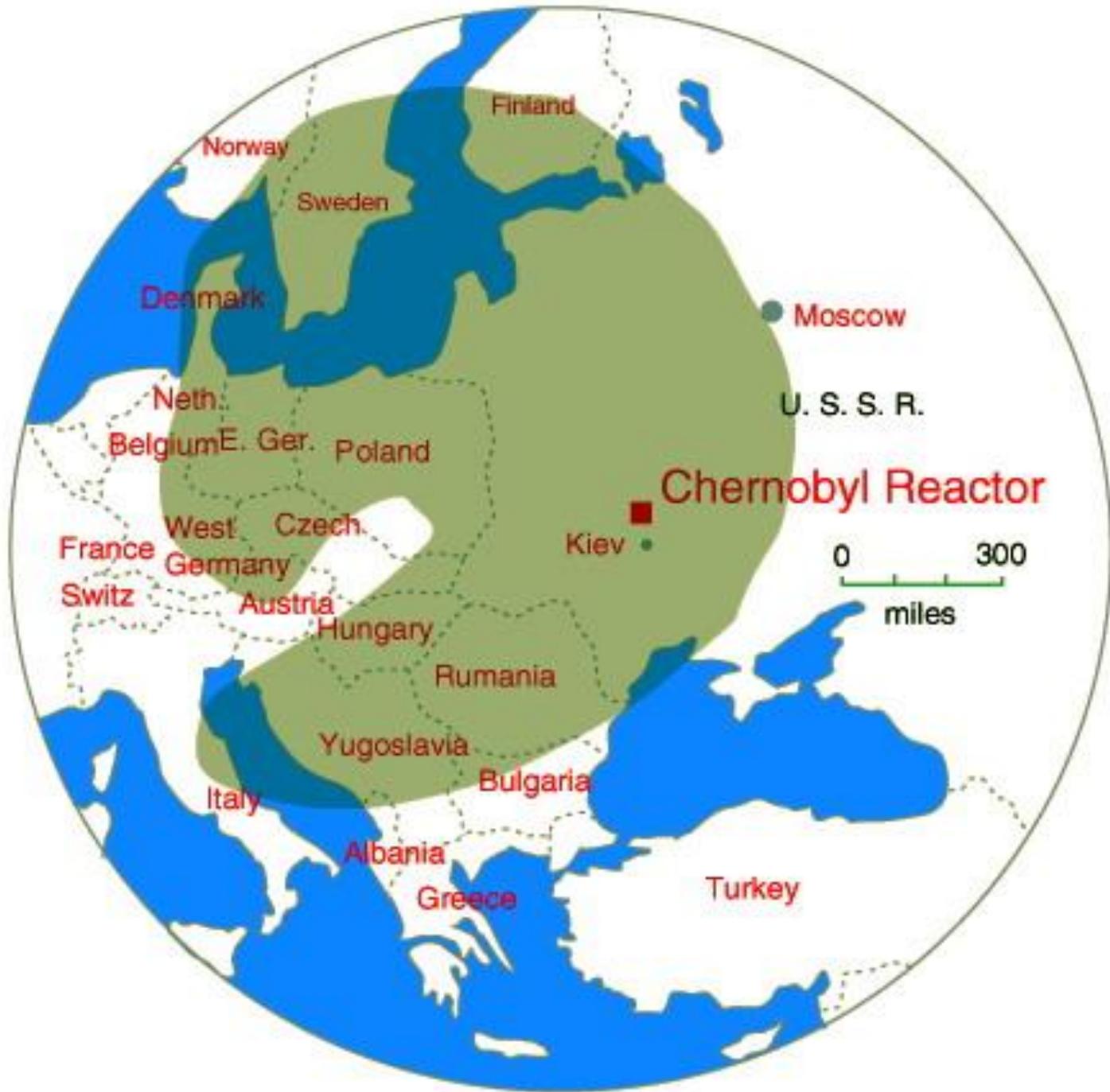
Биологическое загрязнение может быть случайным или связанным с деятельностью человека. Оно проявляется через проникновение в эксплуатируемые экосистемы и технологические устройства чуждых им растений, животных и микроорганизмов. Разновидностью биологического загрязнения является микробиологическое (бактериологическое) загрязнение. Особенно загрязняют среду предприятия, производящие антибиотики, ферменты, вакцины, сыворотки, кормовой белок, биоконцентраты и др., т.е. предприятия промышленного биосинтеза, в выбросах которых присутствуют живые клетки микроорганизмов. К биологическому загрязнению можно также отнести преднамеренную и случайную интродукцию видов, чрезмерную экспансию живых организмов, т.е. введение в культуру дикорастущих растений, распространение животных за пределы естественного ареала.

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОСФЕРУ

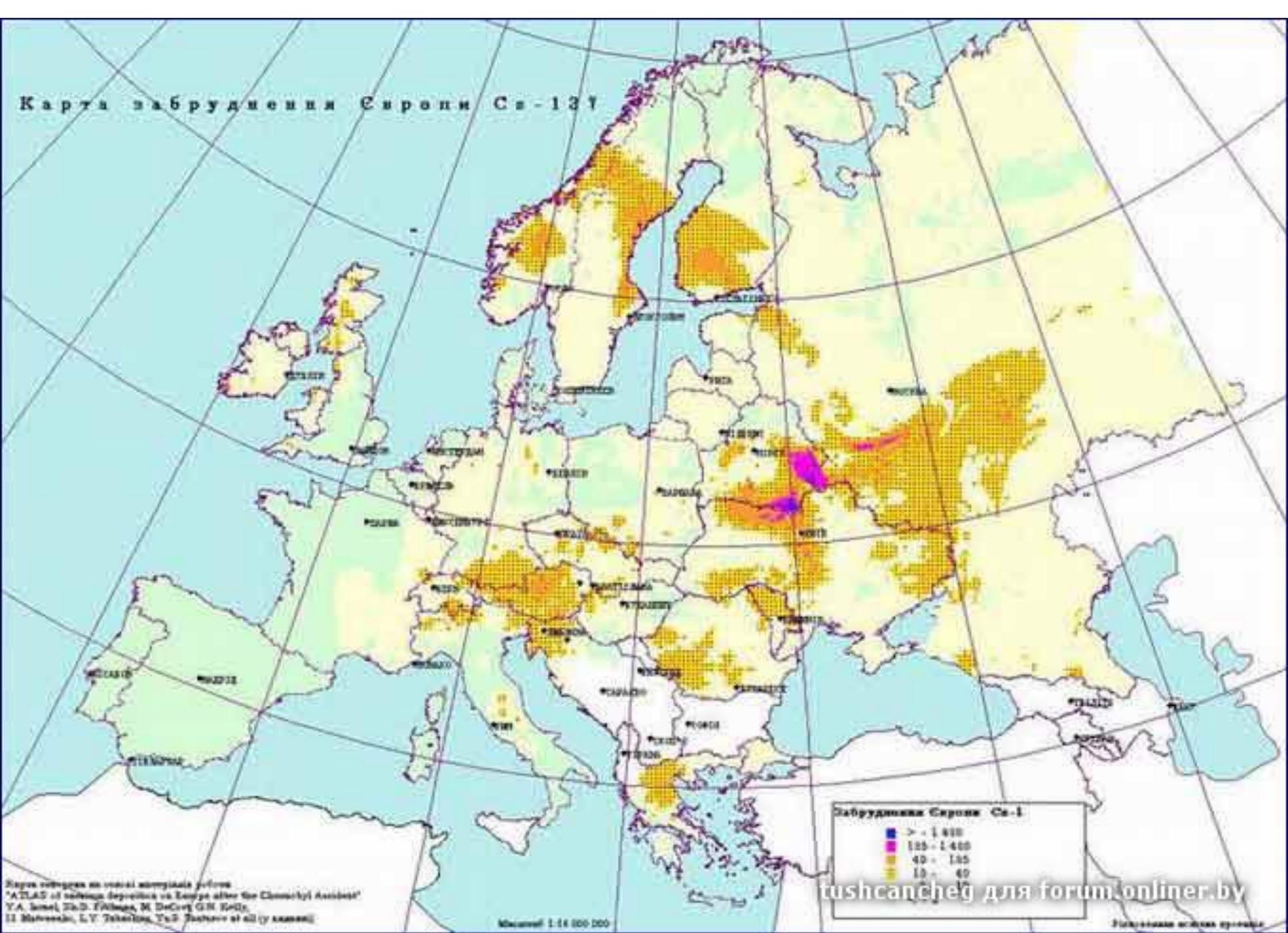
Большинство загрязнителей, попадающих в окружающую среду естественным путем, и многие из тех, которые образуются в результате антропогенной деятельности, разлагаются до безопасных химических веществ или безвредных концентраций за счет естественных процессов и вновь вовлекаются в круговорот. Однако часто превышает способность природы к осуществлению таких процессов. Положение усугубляется тем, что промышленность производит тысячи химических веществ, которые разлагаются очень медленно или не разлагаются вообще в результате природных явлений.



экологической ситуации.



Карта забруднення Європи Св-131



Зображення є власністю авторів
 "ATLAS of radionuclide deposition in Europe after the Chernobyl Accident"
 Y.A. Izrael, D.S. Filinova, M. DeConto, G.H. Smith,
 I.I. Malinovich, L.V. Tolstikov, Yu.S. Zaitsev et al. (y.kashchev)

Масштаб 1:14 000 000

y.kashchev для forum.onliner.by

Розроблено в Інституті географії НАН України

СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ВУРС

