

Модуль 2. ФИЗИКА И ХИМИЯ АТМОСФЕРЫ И ЕЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ

В ТРОПОСФЕРЕ НАСЧИТЫВАЮТСЯ СОТНИ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ. ОДНАКО НАИБОЛЬШЕЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОТКРЫТОГО ВОЗДУХА ВЫЗЫВАЮТ

ДЕВЯТЬ ОСНОВНЫХ КЛАССОВ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ:

1. **ОКСИДЫ УГЛЕРОДА.** ОКСИД УГЛЕРОДА (CO) И ДИОКСИД УГЛЕРОДА (CO₂).
2. **ОКСИДЫ СЕРЫ.** ДИОКСИД СЕРЫ (SO₂) И ТРИОКСИД СЕРЫ (SO₃).
3. **ОКСИДЫ АЗОТА.** ОКСИД АЗОТА (NO), ДИОКСИД АЗОТА (NO₂) И ЗАКИСЬ АЗОТА (N₂O).
4. **ЛЕТУЧИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ (ЛОС).** СОТНИ СОСТАВЛЯЮЩИХ: МЕТАН (CH₄), БЕНЗИН (C₆H₆), ХЛОРФТОРУГЛЕРОДЫ (ХФУ) И ХАЛОНЫ, СОДЕРЖАЩИЕ БРОМ.

5. ВЗВЕШЕННЫЕ ЧАСТИЦЫ (ВЧ): ТЫСЯЧИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ:

- **ПЫЛЬ (ПОЧВЫ)**, САЖА (УГЛЕРОД), АСБЕСТ, СОЛИ СВИНЦА, МЫШЬЯКА, КАДМИЯ, НИТРАТНЫЕ (NO3) И СУЛЬФАТНЫЕ (S042-)

- **СОЛИ И ЖИДКИЕ КАПЕЛЬКИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ:** СЕРНАЯ КИСЛОТА (H2SO3),

НЕФТЬ, ПОЛИХЛОРИРО-ВАННЫЕ ДИФЕНИЛЫ, ДИОКСИНЫ И РАЗЛИЧНЫЕ ПЕСТИЦИДЫ.

6. ФОТОХИМИЧЕСКИЕ ОКИСЛИТЕЛИ.

- ОЗОН (O3), ПЕРОКСИАЦЕТИЛНИТРАТЫ, ПЕРЕКИСЬ ВОДОРОДА (H2O2),

- **РАДИКАЛ ГИДРОКСИЛА** (ОН)

- **АЛЬДЕГИДЫ:** ФОРМАЛЬДЕГИД (CH2O), ОБРАЗУЮЩИЙСЯ В АТМОСФЕРЕ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ КИСЛОРОДА,

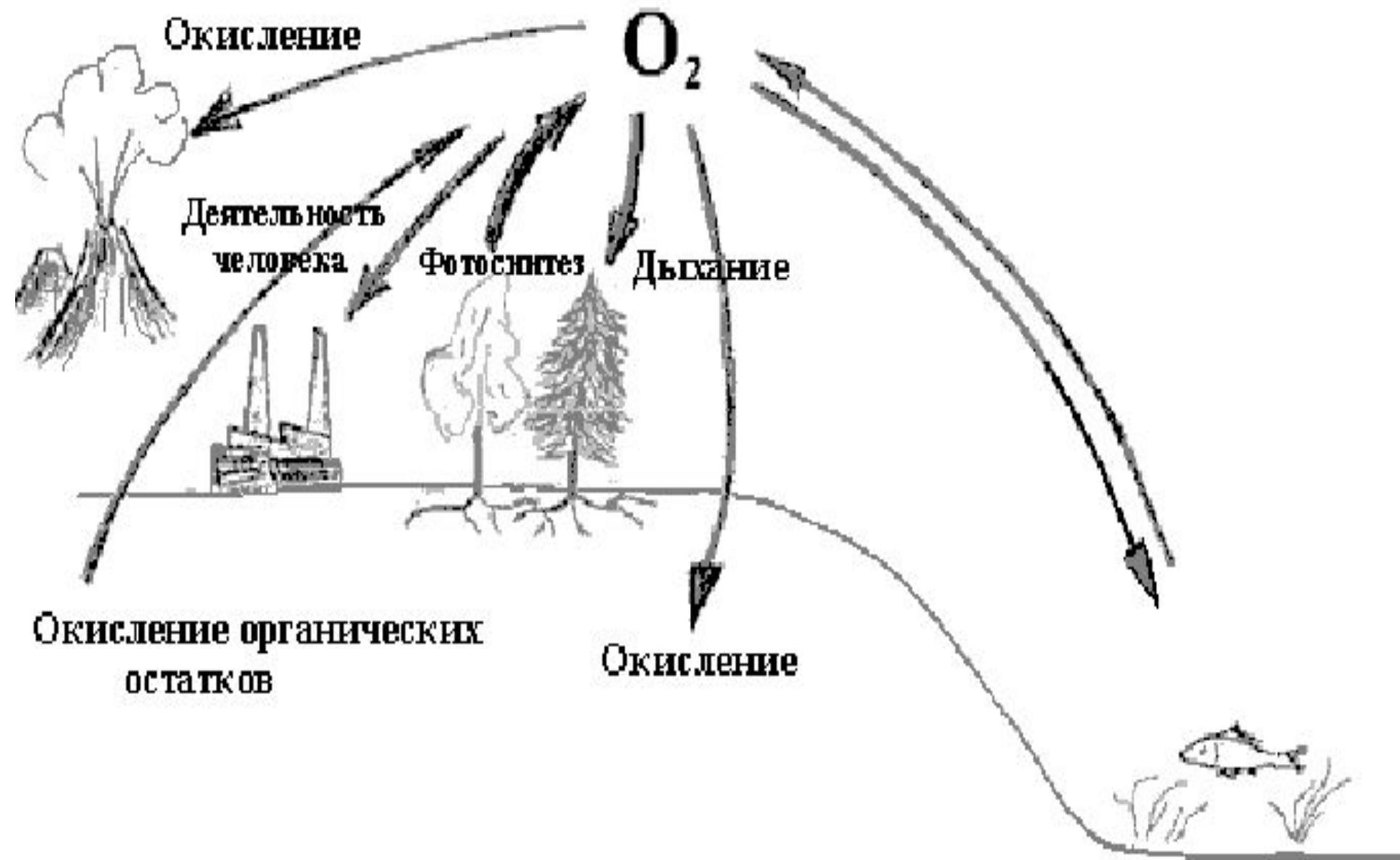
ОКСИДОВ АЗОТА И ЛЕТУЧИХ ГИДРОКАРБОНАТОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ СОЛНЕЧНОГО СВЕТА.

7. **РАДИОАКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА.** РАДОН-222, ЙОД-131, СТРОНЦИЙ-90, ПЛУТОНИЙ-239 И ДРУГИЕ РАДИОИЗОТОПЫ.

8. **ТЕПЛО.** ВЫДЕЛЯЕТСЯ ПРИ ЛЮБОМ ПРЕВРАЩЕНИИ ЭНЕРГИИ ИЗ ОДНОГО ВИДА В ДРУГОЙ, ОСОБЕННО ПРИ СГОРАНИИ ИСКОПАЕМОГО ТОПЛИВА

9. **ШУМ.** СОЗДАЕТСЯ АВТОТРАНСПОРТОМ, САМОЛЕТАМИ, ПОЕЗДАМИ, ПРОМЫШЛЕННЫМИ СТАНКАМИ, СТРОИТЕЛЬНЫМИ МАШИНАМИ.

КРУГОВОРОТ КИСЛОРОДА

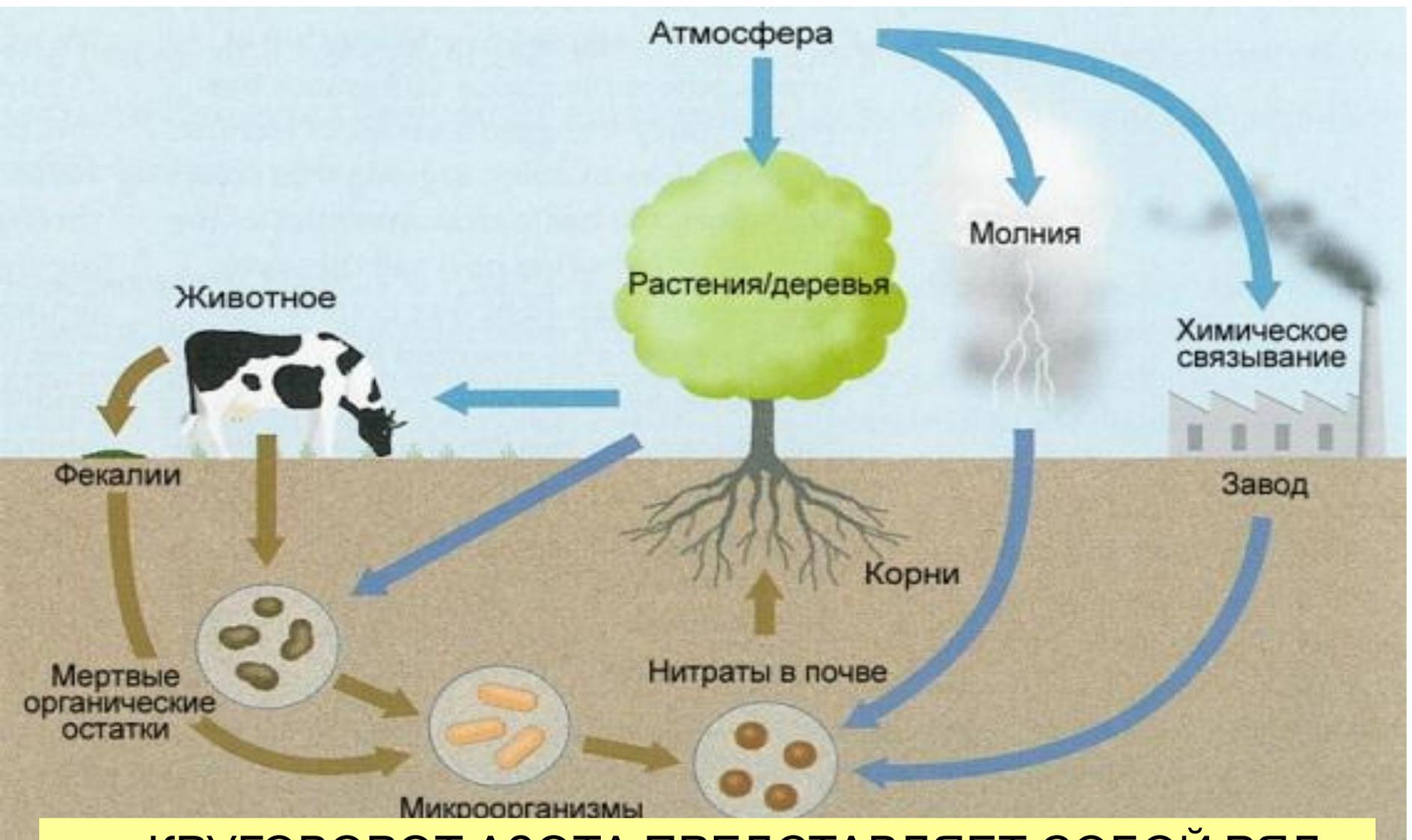


Мировой круговорот воды



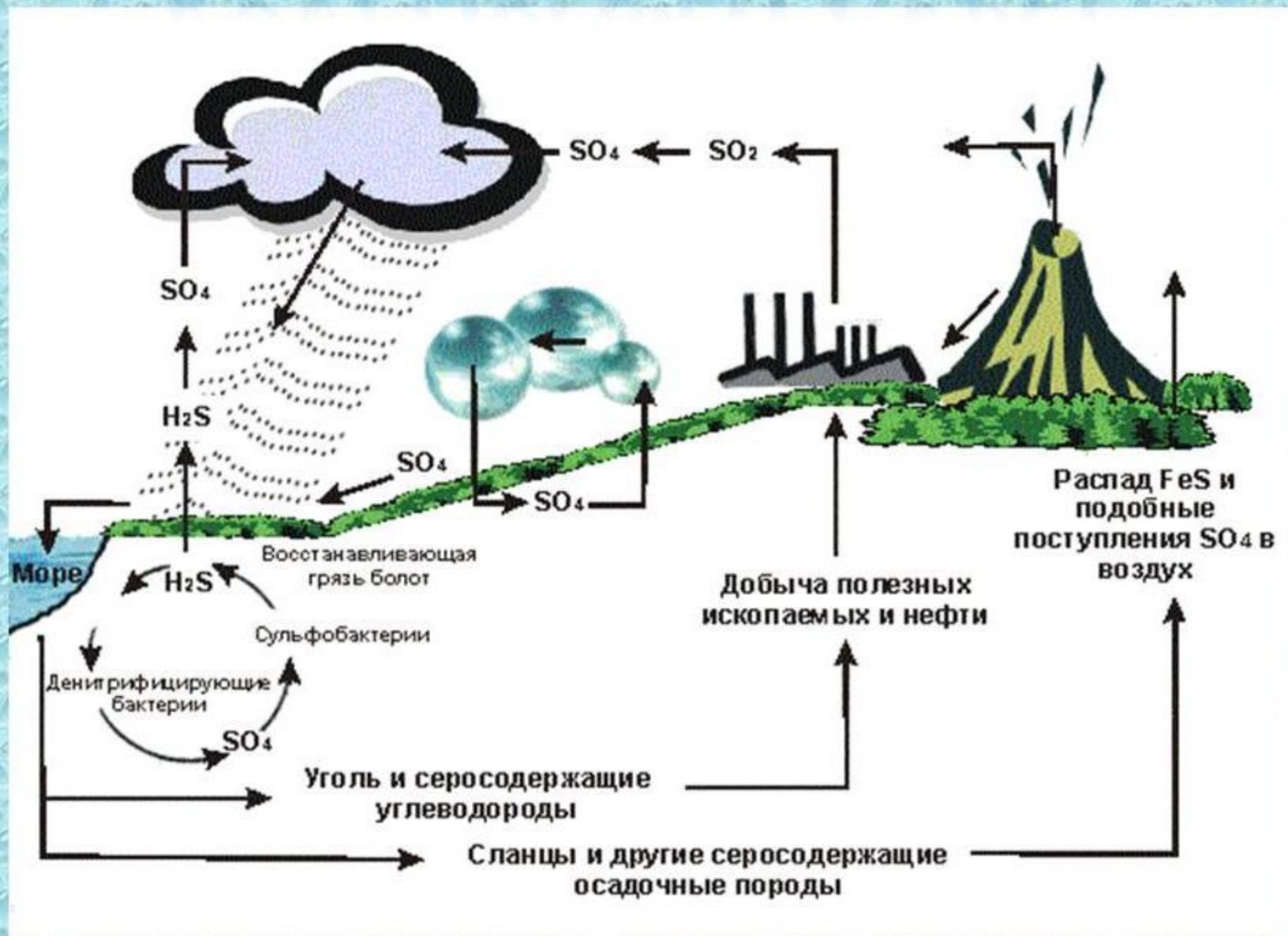
КРУГОВОРОТ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА





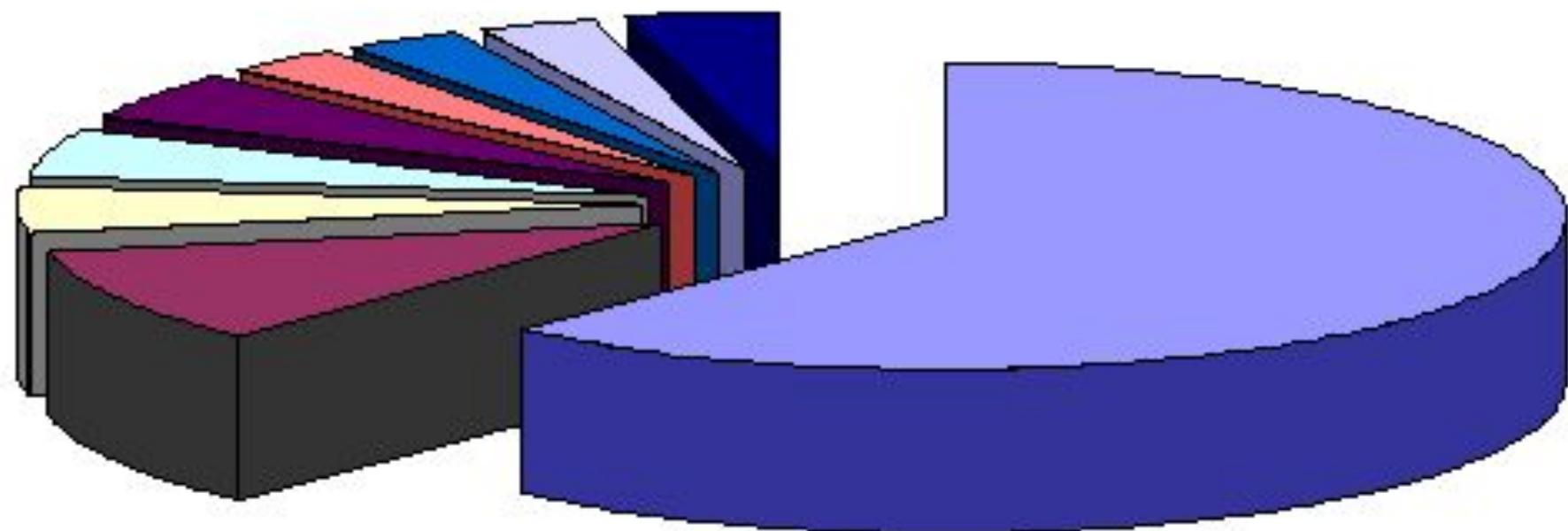
- КРУГОВОРОТ АЗОТА ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ РЯД ЗАМКНУТЫХ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ ПУТЕЙ, ПО КОТОРЫМ АЗОТ ЦИРКУЛИРУЕТ В ЗЕМНОЙ БИОСФЕРЕ

КРУГОВОРОТ СЕРЫ.



Примесь	Причины появления	Типичная концентрация
Диоксид углерода CO_2	Разложение органического вещества, выделение океанами, сжигание топлива	320 млн.^{-1} во всей тропосфере
Оксид углерода CO	Разложение органического вещества, промышленные процессы, сжигание топлива	$0,05 \text{ млн.}^{-1}$ в незагрязненном воздухе; $1\text{—}50 \text{ млн.}^{-1}$ на городских магистралях
Метан CH_4	Разложение органического вещества, утечка природного газа, рисовые поля	$1\text{—}2 \text{ млн.}^{-1}$ во всей тропосфере
Монооксид азота NO	Электрические разряды, работа двигателей внутреннего сгорания, сжигание органического вещества, фотохимический смог	$0,01 \text{ млн.}^{-1}$ в незагрязненном воздухе; $0,2 \text{ млн.}^{-1}$ в фотохимическом смоге
Озон O_3	Электрические разряды, диффузия из стратосферы, фотохимический смог	$0\text{—}0,01 \text{ млн.}^{-1}$ в незагрязненном воздухе; $0,5 \text{ млн.}^{-1}$ в фотохимическом смоге
Диоксид серы SO_2	Вулканические газы, лесные пожары, бактериальная деятельность, выделение океанами, сжигание топлива, промышленные процессы (выплавка металлов из руд и т. п.)	$0\text{—}0,01 \text{ млн.}^{-1}$ в незагрязненном воздухе; $0,1\text{—}2 \text{ млн.}^{-1}$ в загрязненной городской атмосфере





- Продукты химических и близких к ним предприятий
- Metallургия
- Добыча нефти и газа
- металлообрабатывающая промышленность
- Непроизводственные отходы
- Электротехническое и электронное оборудование
- Транспорт
- Целлюлозно-бумажное производство
- Прочее

Результаты воздействия на атмосферу

- Загазованность приземного слоя
- «Парниковый эффект»
- Разрушение озонового слоя
- «Кислотные дожди»



МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТА НА СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРЫ ГОРОДА

Методы:



Пробеговой метод

- обеспечения безопасности движения, приводит к увеличению выброса вредных веществ.

Содержание оксида углерода при:

Нормально м режиме-2,7 %	При снижении скорости-3, 9%	На малом ходу- 6,9%
-----------------------------------	--------------------------------------	------------------------



Расчет выброса вредных веществ транспортным потокам

При оценке воздействия транспортных потоков на окружающую среду для учета этого фактора вводятся:

-поправочные коэффициенты

Или

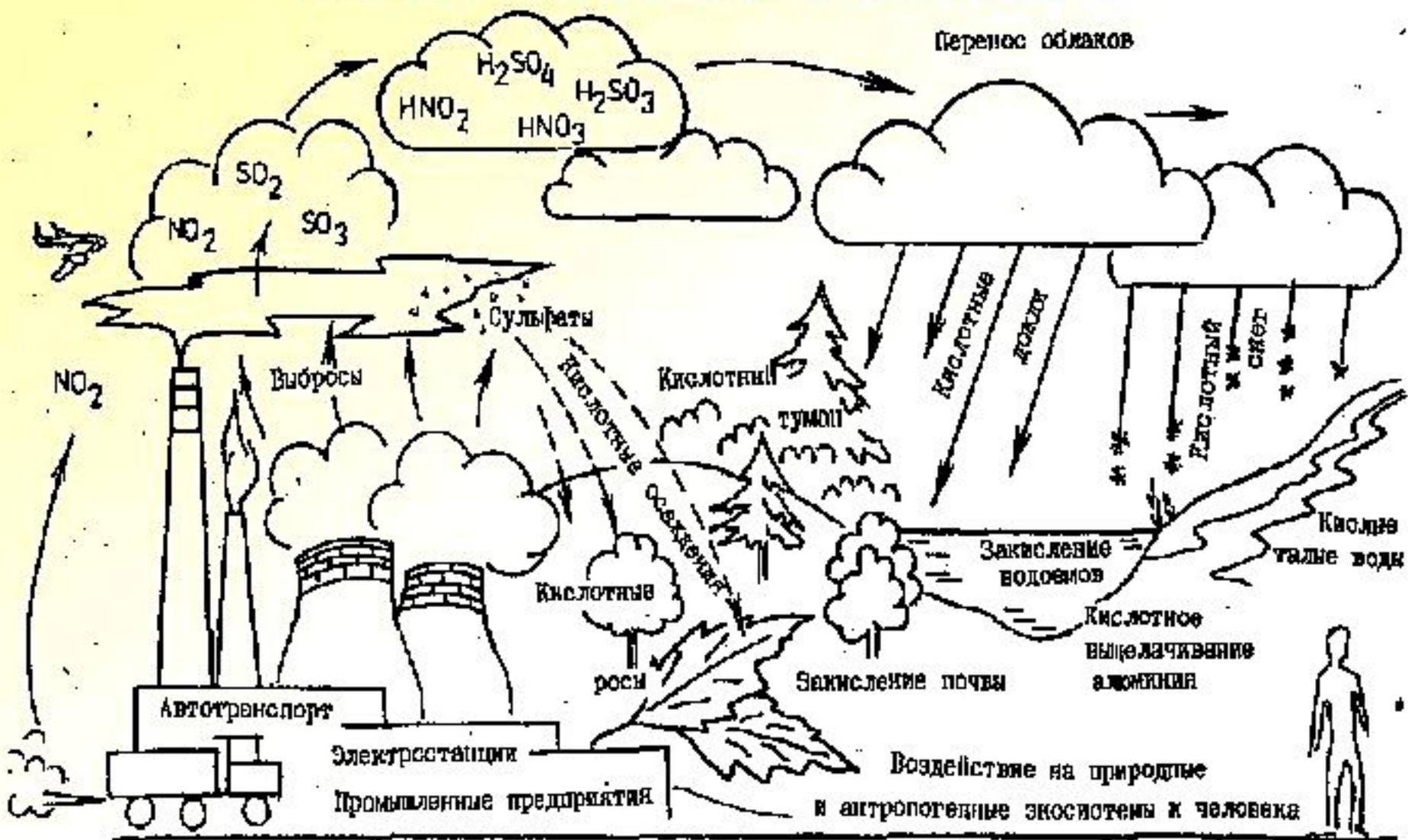
-коэффициенты для приведения различных типов транспортных средств к однородному потоку приведенных автомобилей:

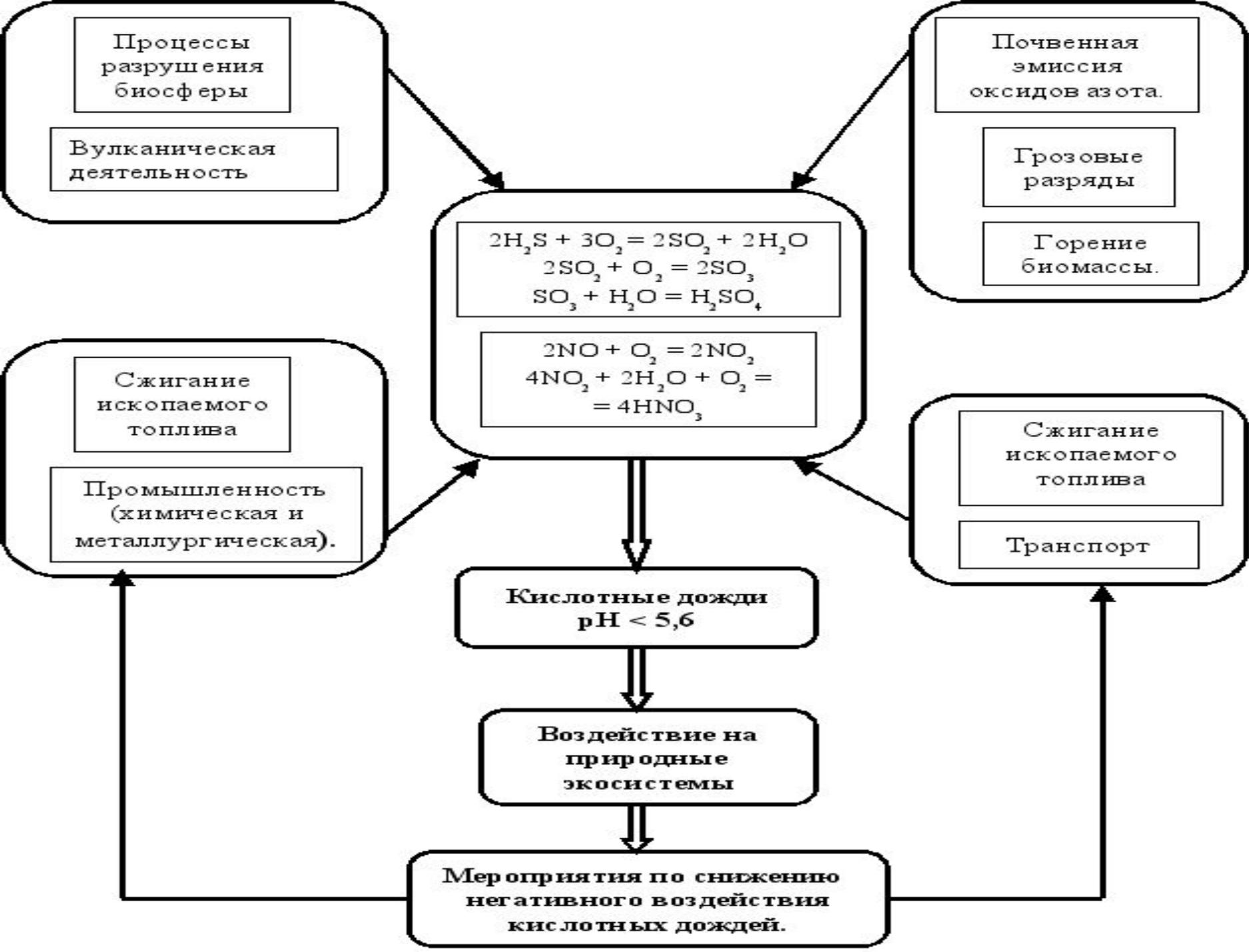
Легковые и грузовые: $N^p_i = \sum_j K_{ij} N_i$ - N^p_i приведенная интенсивность движения Л или Г, авт/ч; N_i - фактическая интенсивность движения транспортных средств автомобилей i -го типа, авт/ч; K_{ij} - коэффициент приведения к Л или Г для транспортных средств i -го типа, j - число типовых групп транспортных средств.)

«ОНД-86»

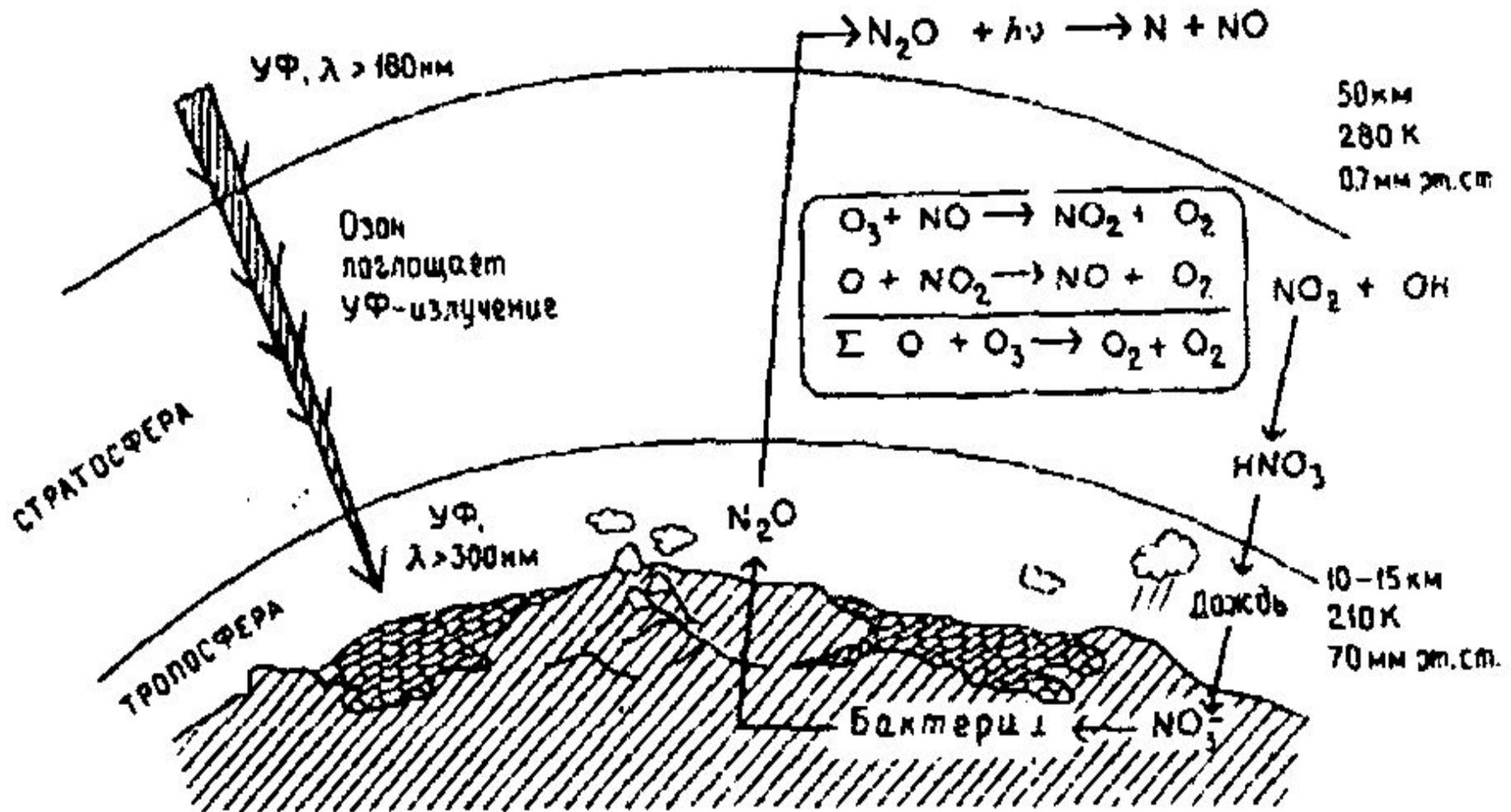
- Все рассмотренные методы носят рекомендательны характер, единственный узаконенный метод в нашей стране – метод, основанный на расчете рассеивание вредных веществ в атмосферном воздухе содержащийся в «ОНД-86».

Схема образования кислотных осадков





Озоновый слой планеты



РАЗРУШЕНИЕ ОЗОНА ОКСИДАМИ АЗОТА

Солнце





ФОТОХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ, ПРОТЕКАЮЩИЕ В АТМОСФЕРЕ

2. Тепловой баланс и тепловой режим земной поверхности и атмосферы

Уравнение тепловой баланс земной поверхности:

$$R + P + F_0 + L_E = 0$$

- R - радиационный баланс, разность между поглощённой коротковолновой солнечной радиацией и длинноволновым эффективным излучением с земной поверхности.
- P - поток тепла, возникающий между подстилающей поверхностью и атмосферой;
- F₀ - поток тепла наблюдается между земной поверхностью и более глубокими слоями литосферы или гидросферы;
- L_E - расход тепла на испарение, который определяется как произведение массы испарившейся воды E на теплоту испарения L тепловой баланс

УРАВНЕНИЕ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА АТМОСФЕРЫ

$$R_a + L_r + P + F_a = \Delta W,$$

Тепловой баланс атмосферы складывается

- из радиационного баланса R_a ;
- прихода или расхода тепла L_r при фазовых преобразованиях воды в атмосфере (γ — сумма осадков);
- прихода или расхода тепла P , обусловленного турбулентным теплообменом атмосферы с земной поверхностью;
- прихода или расхода тепла F_a , вызванного теплообменом через вертикальные стенки столба, который связан с упорядоченными движениями атмосферы и макротурбулентностью.

Кроме того, в уравнение тепловой баланс атмосферы входит член ΔW , равный величине изменения теплосодержания внутри столба.

Тепловой баланс Земли - соотношение прихода и расхода энергии (лучистой и тепловой) на земной поверхности, в атмосфере и в системе Земля - атмосфера.

Тепловой баланс представляют собой частные формулировки закона сохранения энергии и состояются:

- для участка поверхности Земли (тепловой баланс земной поверхности);
- для вертикального столба, проходящего через атмосферу (тепловой баланс атмосферы);
- для такого же столба, проходящего через атмосферу и верхние слои литосферы или гидросферы (тепловой баланс системы Земля — атмосфера).

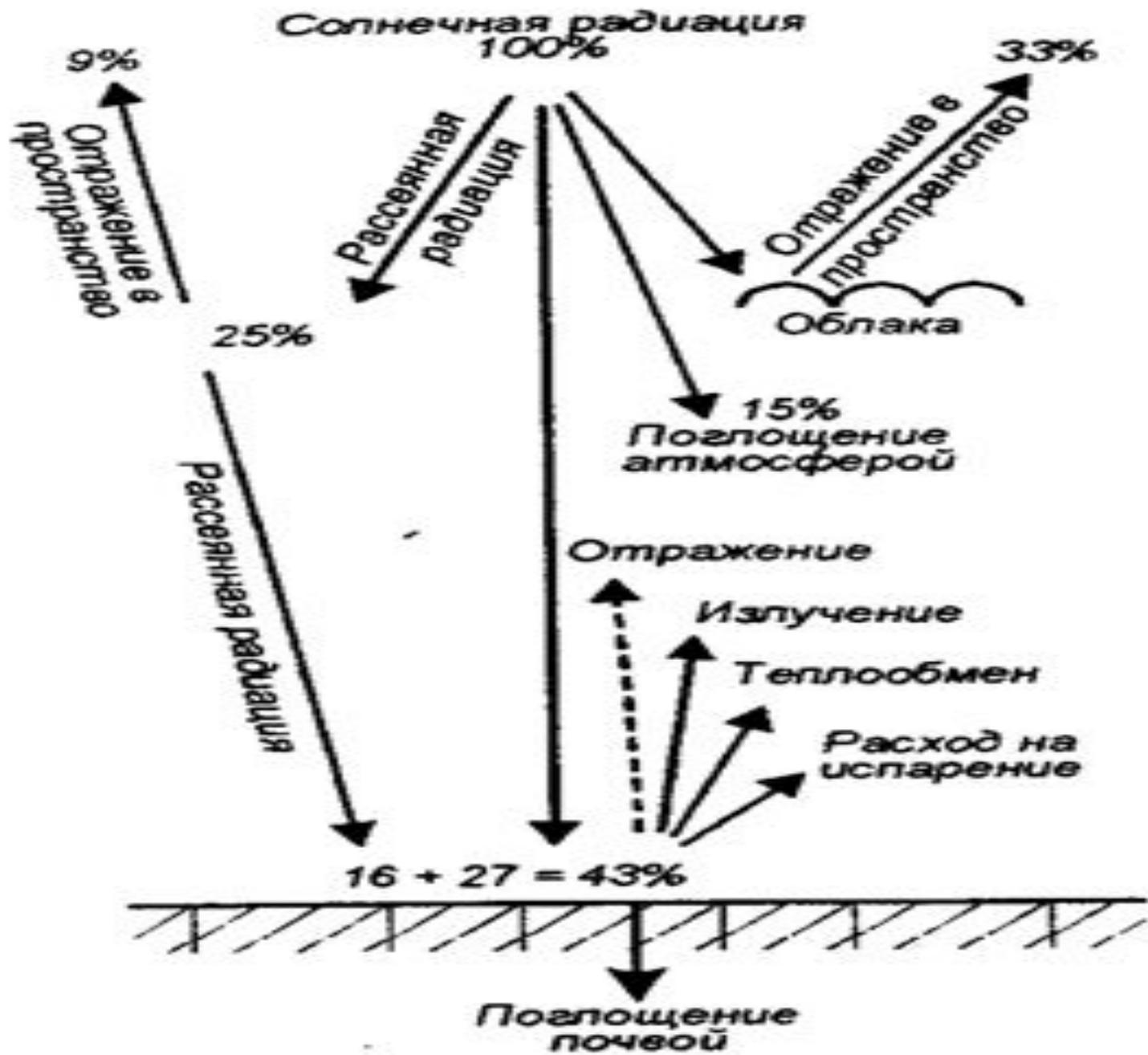
Теплопроводность — один из видов переноса
теплоты (энергии теплового движения
микрочастиц) от более нагретых частей тела к
менее нагретым, приводящий к выравниванию
температуры.

$$Q = -\lambda \frac{dt}{dx} F \text{ ккал/ч,}$$

где λ — коэффициент
теплопроводности, или
просто
теплопроводность

**Удельный тепловой поток или тепловая
нагрузка**

$$q = -\lambda \frac{dt}{dx}.$$



Величина R, обратная коэффициенту теплопередача, называется полным термическим сопротивлением теплопередача

$$R = \frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$$

где α_1 и α_2 — коэффициенты теплоотдачи от горячей жидкости к поверхности стенки и от поверхности стенки к холодной жидкости;

δ — толщина стенки;

λ — коэффициент теплопроводности.

Лучистый теплообмен - радиационный теплообмен, осуществляется в результате процессов превращения внутренней энергии вещества в энергию излучения, переноса энергии излучения и её

поглощения веществом.
Поток поглощённого излучения $Q_{\text{погл}}$ определяется соотношением:

$$Q_{\text{погл}} = A Q_{\text{пад}},$$

где A — поглощательная способность тела. В связи с тем, что для непрозрачного тела.

$$Q_{\text{пад}} = Q_{\text{погл}} + Q_{\text{отр}},$$

где $Q_{\text{отр}}$ — поток отражённого от поверхности тела излучения, эта последняя величина равна:

$$Q_{\text{отр}} = (1 - A) Q_{\text{пад}},$$

где $1 - A = R$ — отражательная способность тела. Если поглощательная способность тела равна 1, а следовательно, его отражательная способность равна 0

3. Инсоляция. Отражение и поглощение света

Инсоляцией называют облучение поверхности, пространства параллельным пучком лучей, поступающих с направления, в котором виден в данный момент времени центр солнечного диска.

Различают астрономическую, вероятную и фактическую инсоляцию.

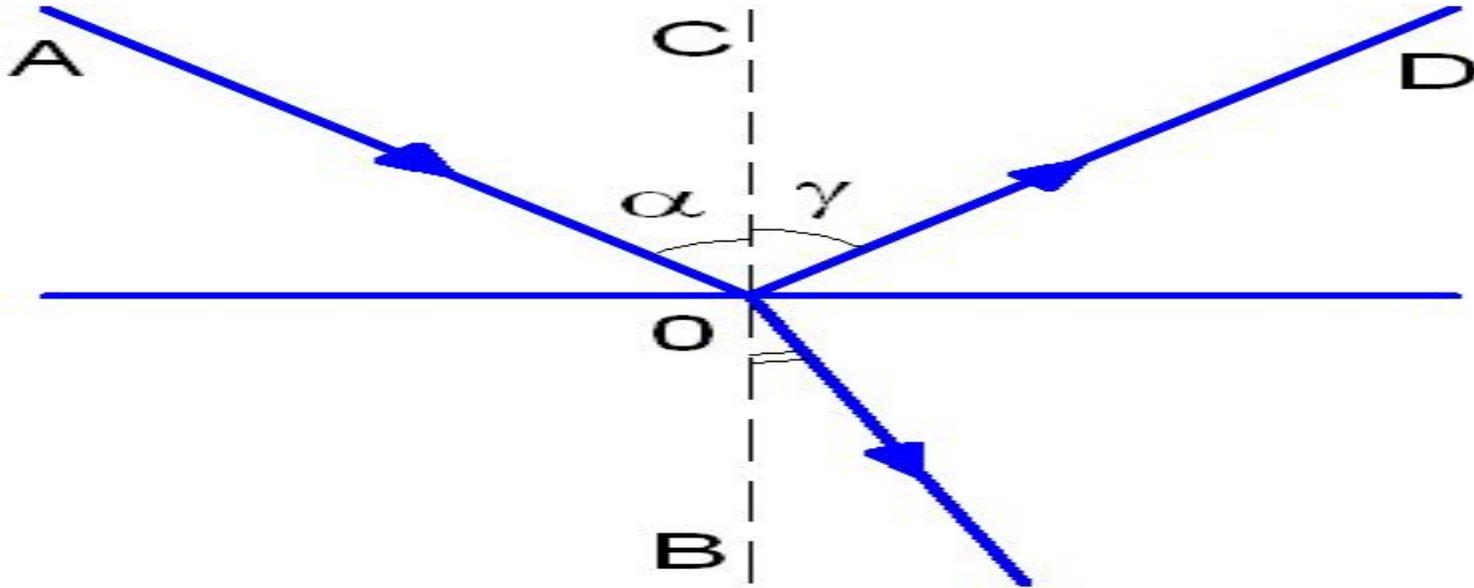
Астрономическая инсоляция определяется вращениями Земли вокруг Солнца и собственной оси, наклоненной под углом $66,55^\circ$ к эклиптике.

Вероятная инсоляция зависит от состояния атмосферы и облачного покрова.

Фактическая инсоляция всегда отличается от вероятной и может быть определена лишь натурными наблюдениями.

Фактическая инсоляция зависит от ориентации и конфигурации застройки, оконных проемов, положения расчетного помещения, балконов и лоджий.

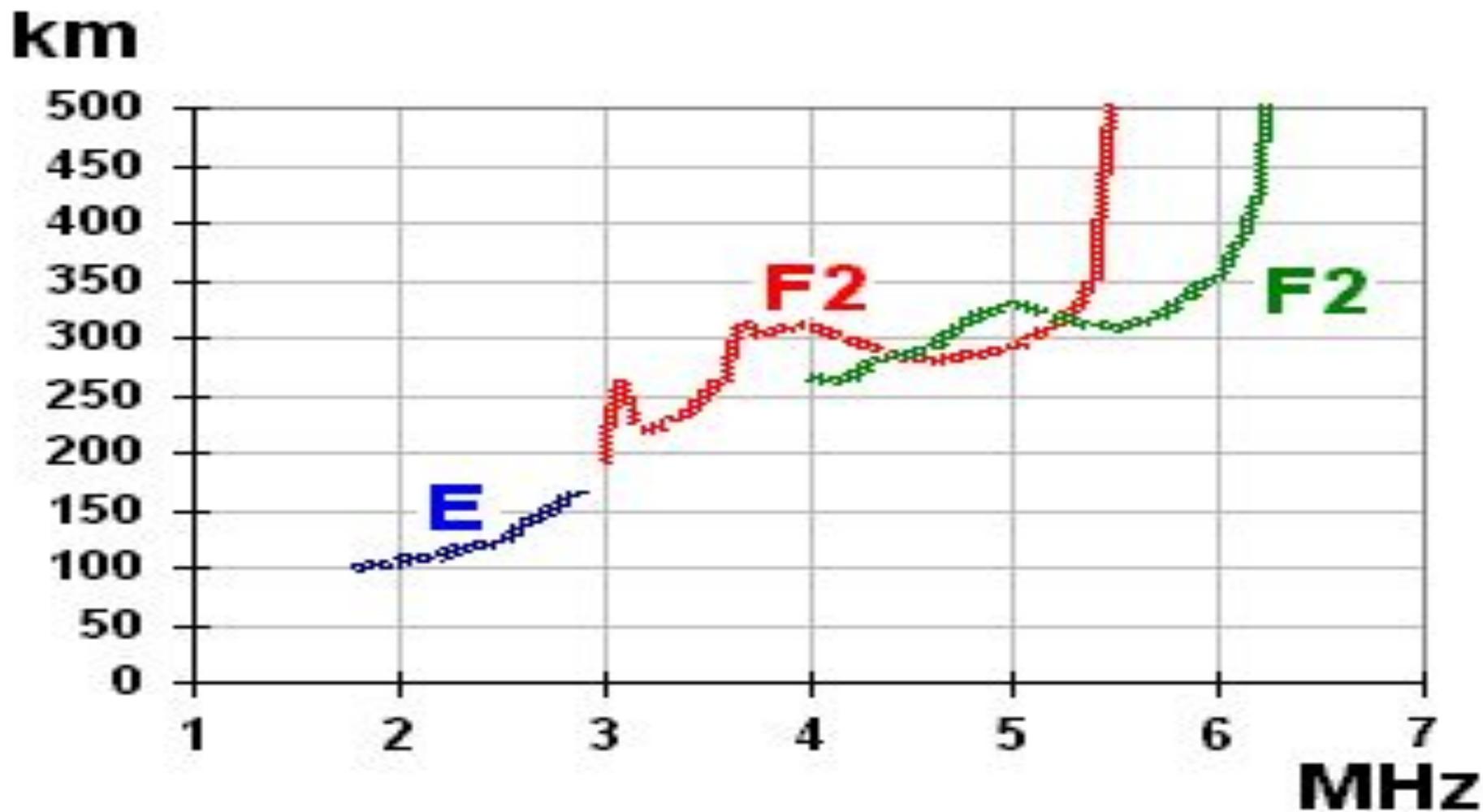
Законы отражения света



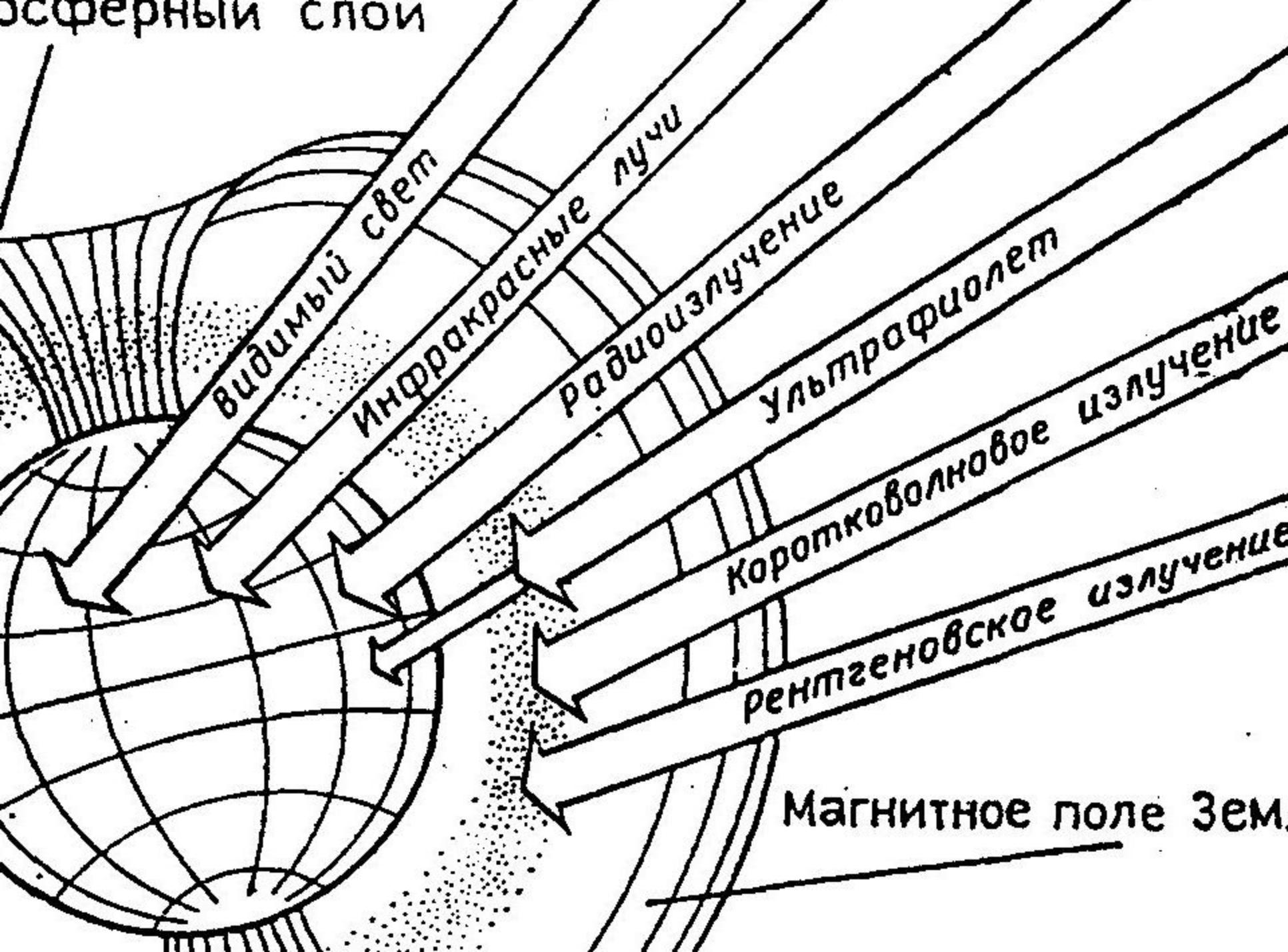
1 Падающий луч, отражающий луч и перпендикуляр к границе раздела двух сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости.

2 Угол отражения γ равен углу падения α : $\gamma = \alpha$

Ионосфера - верхняя часть атмосферы Земли, состоящая из мезосферы, мезопаузы и термосферы, сильно ионизирующаяся вследствие облучения космическими лучами, идущими, в первую очередь, от Солнца.



осферный слой



видимый свет

инфракрасные лучи

радиоизлучение

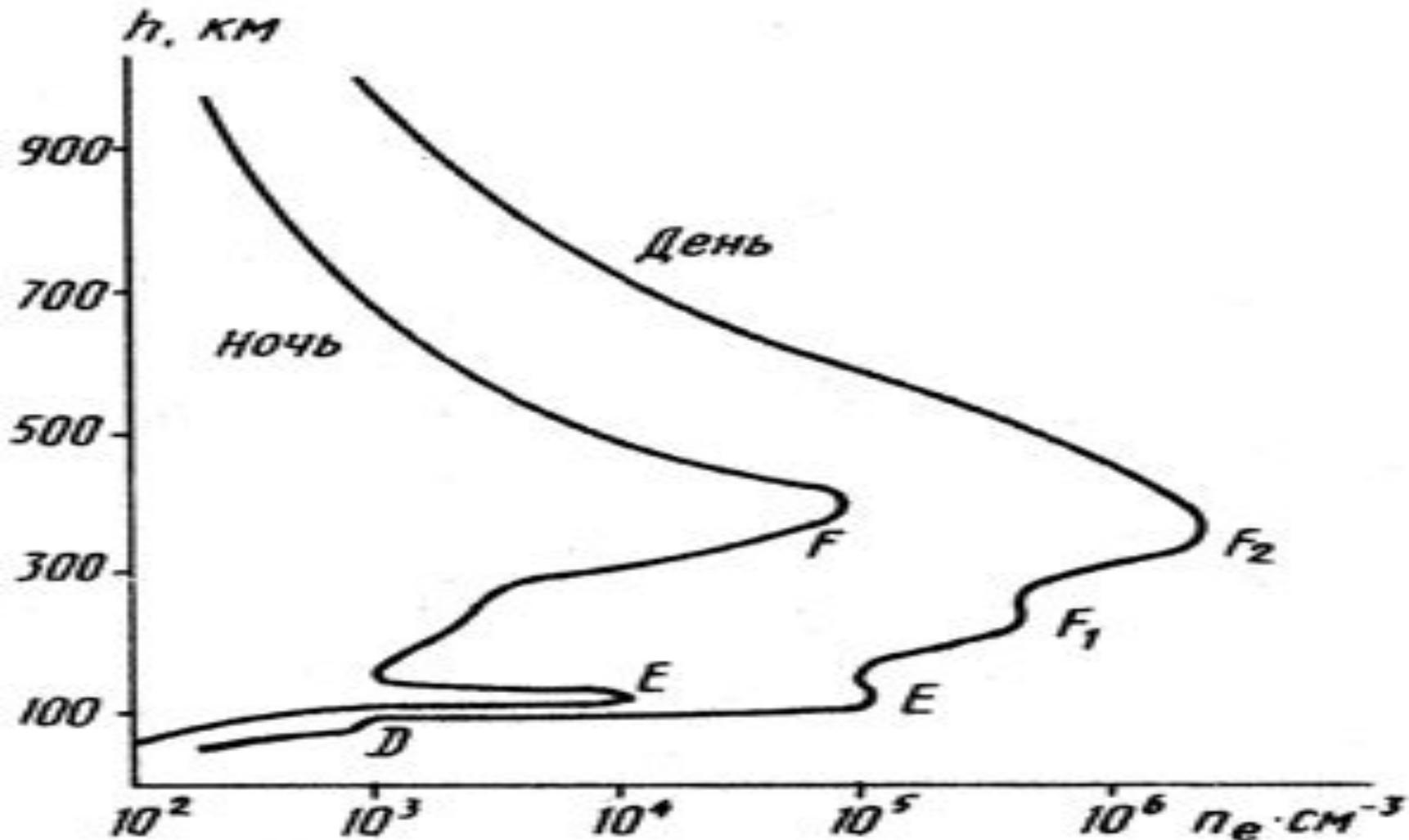
ультрафиолет

коротковолновое излучение

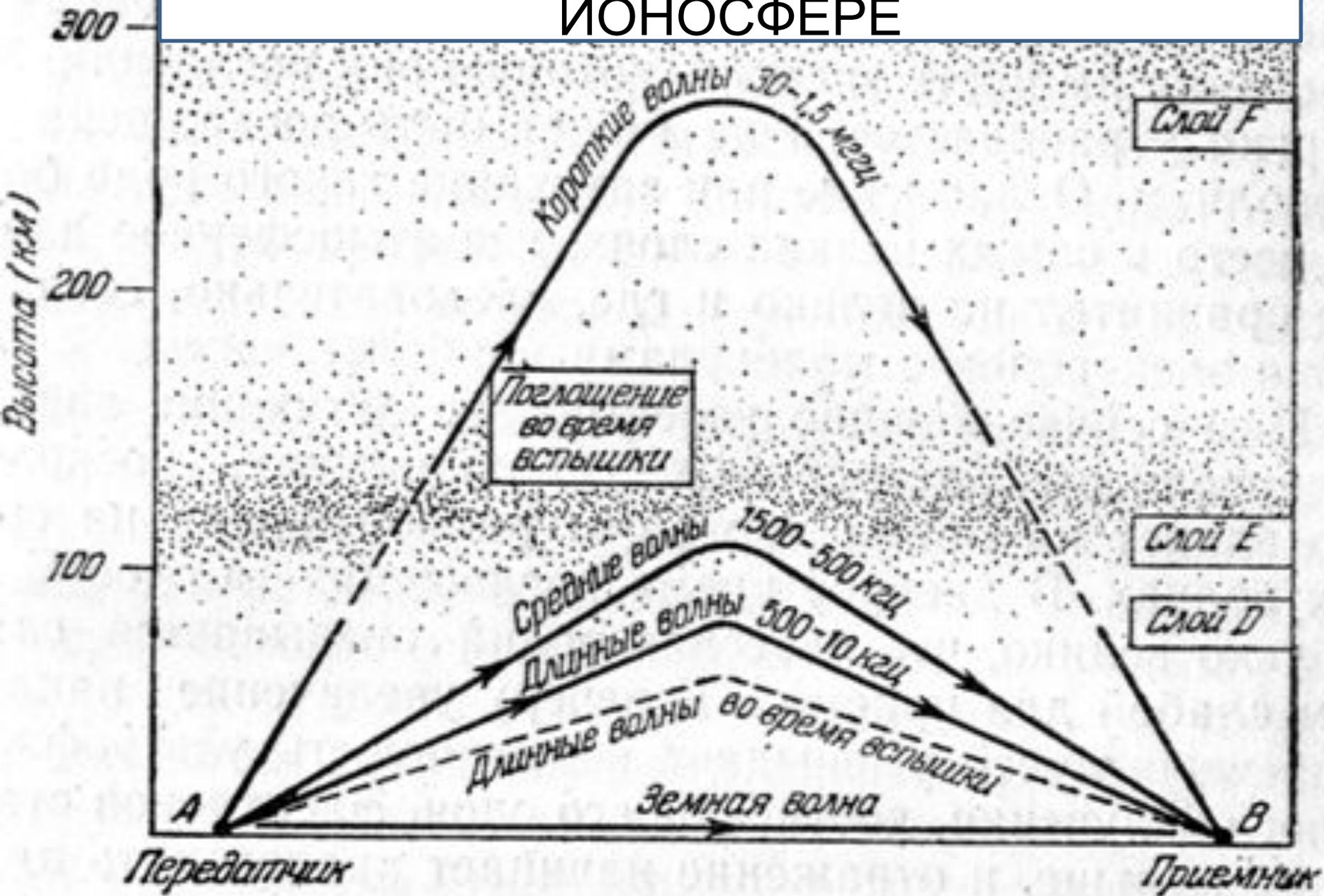
рентгеновское излучение

Магнитное поле Зем.

ИОНОГРАММА ИОНОСФЕРЫ -ЗАВИСИМОСТЬ ПЛОТНОСТИ ПЛАЗМЫ ОТ ВЫСОТЫ НАД ПОВЕРХНОСТЬЮ ЗЕМЛИ



РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН В ИОНОСФЕРЕ



4. Химические превращения в атмосферном воздухе

Источниками энергии для фотохимических реакций являются:

- лучистая энергия Солнца, которая представлена в виде потока световых квантов или фотонов,
- испускаемого им и распространяющегося со скоростью света. При столкновении фотона с атомом или молекулой его энергия передается встреченной частице
- , которая идет на увеличение внутренней энергии атомов или молекул вещества, поглощающего и ослабляющего радиацию.
- другим источником протекания фотохимических реакций является космическое излучение, представленное потоками гамма- и рентгеновского излучения.
- Ионизируя атомы и молекулы атмосферных газов, они вызывают вторичное космическое излучение, которое содержит все виды радиации.

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ФОТОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ (РЕАКЦИИ)

- **фотоионизация** – процесс отрыва электрона от атома или молекулы и образование в результате этого катион-радикалов под действием энергии фотонов коротковолнового излучения

- **фотодиссоциация** – распад молекулы по какой-нибудь связи на радикалы, атомы или ионы, например:



- окислительно-восстановительные фотохимические реакции, в основе которых лежит фотоперенос электрона от молекулы-донора к молекуле-акцептору.

- **фотохромизм** – явление обратимого изменения пространственного или электронного строения молекул под действием света- фотосинтез приводит к образованию более сложных соединений: фотосинтез озона в верхних слоях атмосферы