



## **Практическое занятие**



**Методы отбора проб  
воздуха для контроля его  
загрязнения и методика  
измерения концентрации  
твердых аэрозолей  
(пыли) в воздухе**



**Основные  
аспекты  
значения  
воздушной  
среды для  
жизнедеятельно  
сти  
человека**

**1**

**2**

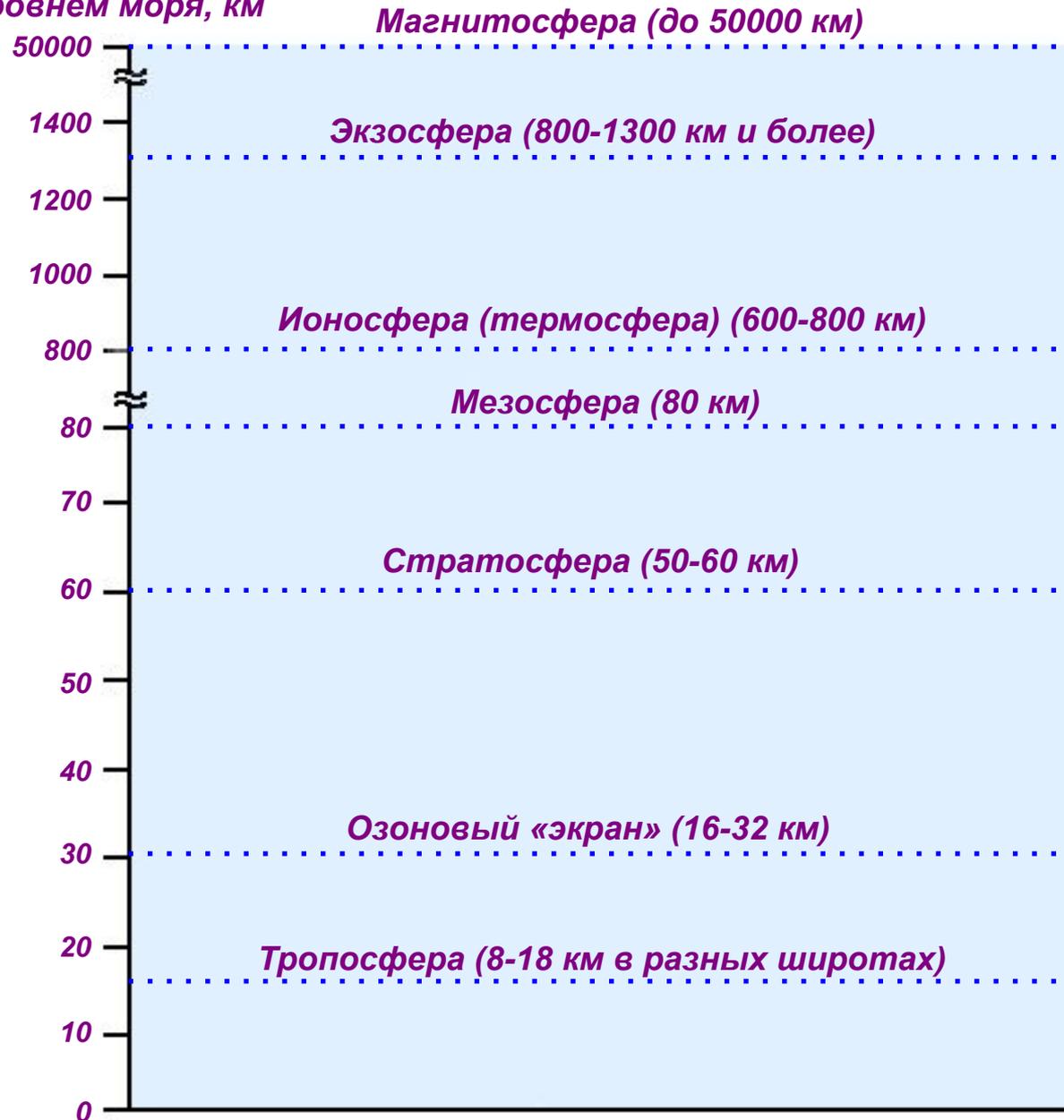
**3**

**4**

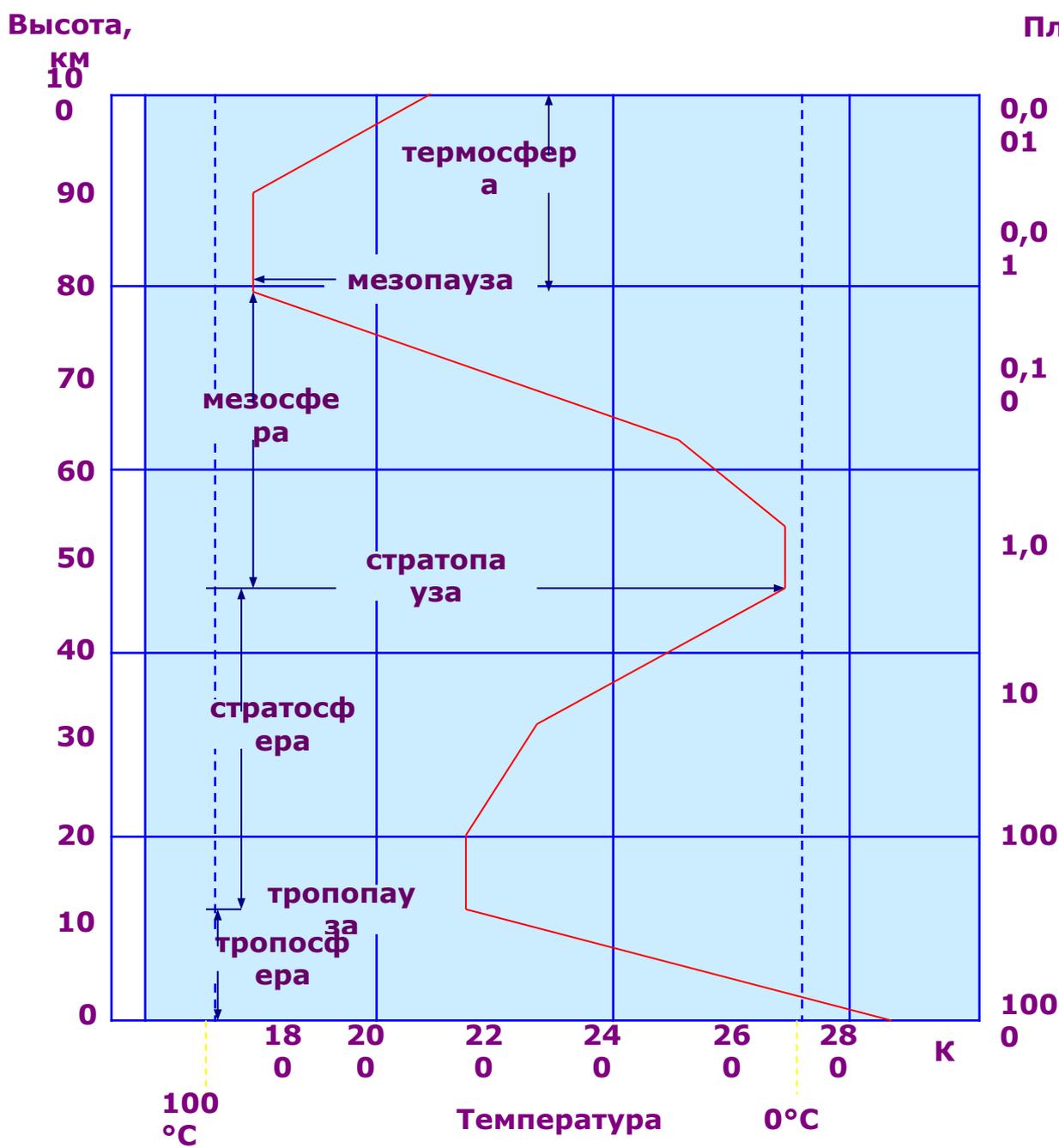
# ***Состав и основные характеристики атмосферы***

<b>Слои атмосферы</b>	<b>Высота над уровнем моря, км</b>	<b>Удельный объем, %</b>
<b><i>Тропосфера</i></b>	<b>9-11</b>	<b>79</b>
<b><i>Стратосфера + мезосфера</i></b>	<b>12-50</b>	<b>20</b>
<b><i>Ионосфера</i></b>	<b>51-50000</b>	<b>1</b>
<b><i>экзосфера</i></b>	<b>51-500</b>	
<b><i>водородное облако</i></b>	<b>501-10000</b>	
<b><i>магнитосфера</i></b>	<b>10000-50000</b>	

Высота над  
уровнем моря, км



# **Строение земной атмосферы**



***Вертикальное  
распределение  
температуры  
в атмосфере***

# Основные химические ингредиенты атмосферного воздуха

<b>Химические ингредиенты</b>	<b>Удельный объем, %</b>	<b>Химические ингредиенты</b>	<b>Удельный объем, %</b>	<b>Химические ингредиенты</b>	<b>Удельный объем, %</b>
<b>Азот</b>	<b>78,09</b>	<b>Криптон</b>	<b>м/к</b>	<b>Аммиак</b>	<b>м/к</b>
<b>Кислород</b>	<b>20,95</b>	<b>Водород</b>	<b>м/к</b>	<b>Метан</b>	<b>м/к</b>
<b>Аргон</b>	<b>0,93</b>	<b>Ксенон</b>	<b>м/к</b>	<b>Сероводород</b>	<b>м/к</b>
<b>Двуокись углерода</b>	<b>0,03-0,04</b>	<b>Закись азота</b>	<b>м/к</b>	<b>Окислы азота</b>	<b>м/к</b>
<b>Неон</b>	<b>м/к</b>	<b>Озон</b>	<b>м/к</b>	<b>Пыль космическая</b>	<b>м/к</b>
<b>Гелий</b>	<b>м/к</b>	<b>Радон</b>	<b>м/к</b>	<b>Пыль земная</b>	<b>м/к</b>

***Общая гигиеническая  
характеристика  
загрязнения  
атмосферного  
воздуха***

# **Ранжирование основных источников загрязнения атмосферного воздуха**

**1**

**2** *Обуславливает в среднем 67% загрязнений, в отдельных городах – до 90%*

**3**

**4**

**5**

**Виды  
загрязнения  
окружающей  
среды**

**1**

## ***Механическое***

***Засорение среды агентами,  
оказывающими лишь  
механическое воздействие без  
химико-физических  
последствий  
(например, мусором)***

2

## ***Химическое***

***Изменение химических свойств  
среды, оказывающих  
отрицательное воздействие на  
экосистемы и технологические  
устройства***



**Физическое**

## 3.1

### ***Тепловое (термальное)***

***Повышение температуры среды, главным образом в связи с промышленными выбросами нагретого воздуха, отходящих газов и воды; может возникать и как вторичный результат изменения химического состава среды***

**3.2**

## **Световое**

***Нарушение естественной освещенности местности в результате действия искусственных источников света; может приводить к аномалиям в жизни растений и животных***

**3.3**

## **Шумовое**

***Увеличение интенсивности шума  
сверх природного уровня; у  
человека  
приводит к повышению  
утомляемости,  
снижению умственной активности и  
при достижении 90-100 дБ к  
постепенной потере слуха***



**Фрагмент шумовой карты г. Владивостока**  
**Район 3-й Рабочей**

## 3.4

# **Электромагнитное**

***Изменение электромагнитных свойств среды (от линий электропередачи, радио и телевидения, работы некоторых промышленных установок и др.); приводит к глобальным и местным географическим аномалиям и изменениям в тонких биологических структурах***

**3.5**

## ***Радиационное***

***Превышение естественного  
уровня содержания в среде  
радиоактивных веществ***

4

## **Биологическое**

***Проникновение в экосистемы и технологические устройства видов животных и растений, чуждых данным сообществам и устройствам***

**4.1**

## **Биотическое**

*Распространение определенных, как правило, нежелательных с точки зрения людей биогенных веществ (выделений, мертвых тел и др.) на территории, где они ранее не наблюдались*

## 4.2

### **Микробиологическое**

**а) Появление необычайно большого количества микроорганизмов, связанное с их массовым размножением на антропогенных субстратах или средах, измененных в ходе хозяйственной деятельности человека**

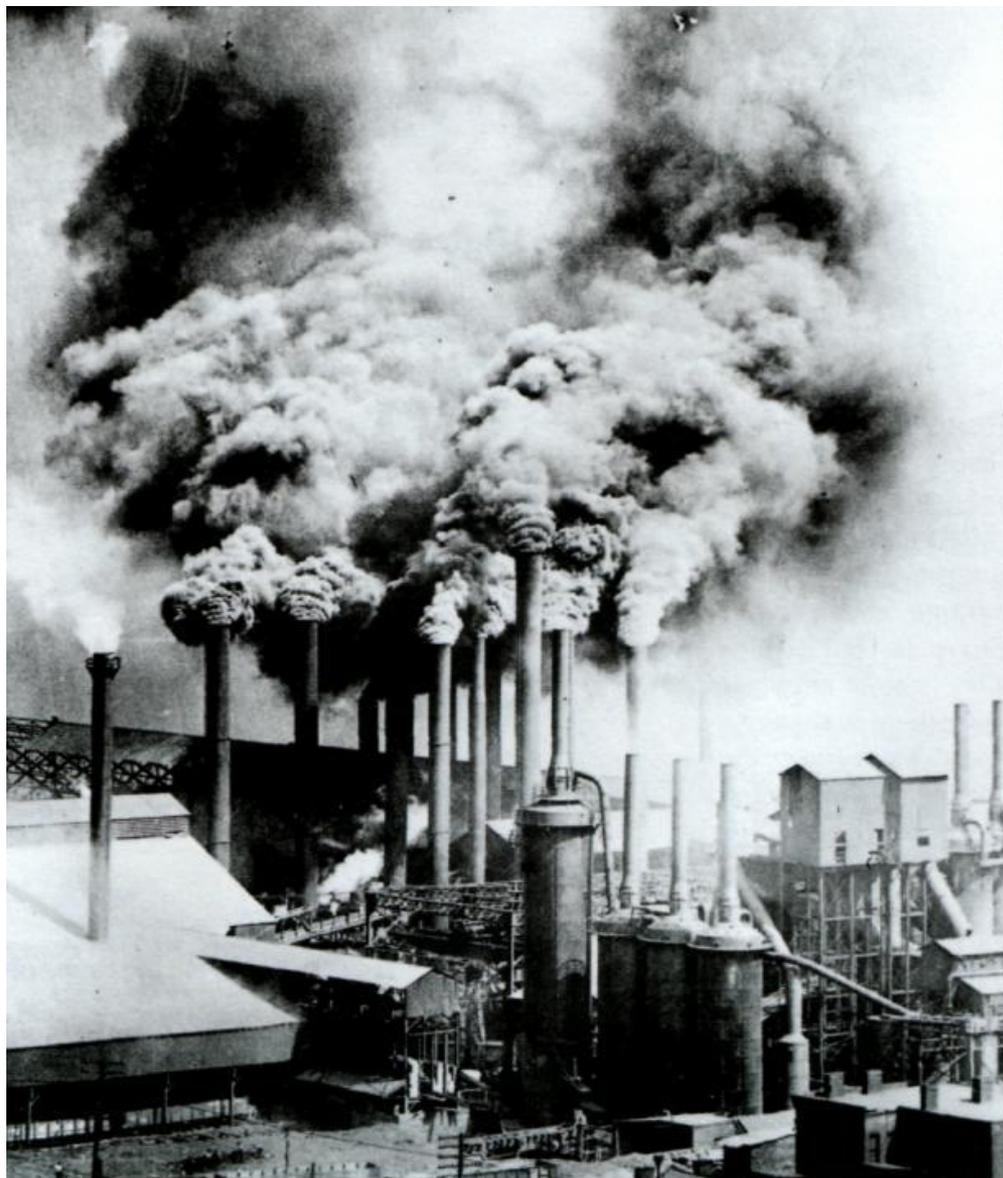
**б) Приобретение ранее безвредной формой микроорганизмов патогенных свойств или способности подавлять другие организмы в сообществах**



***Приоритетны  
е  
загрязнители  
атмосферы***



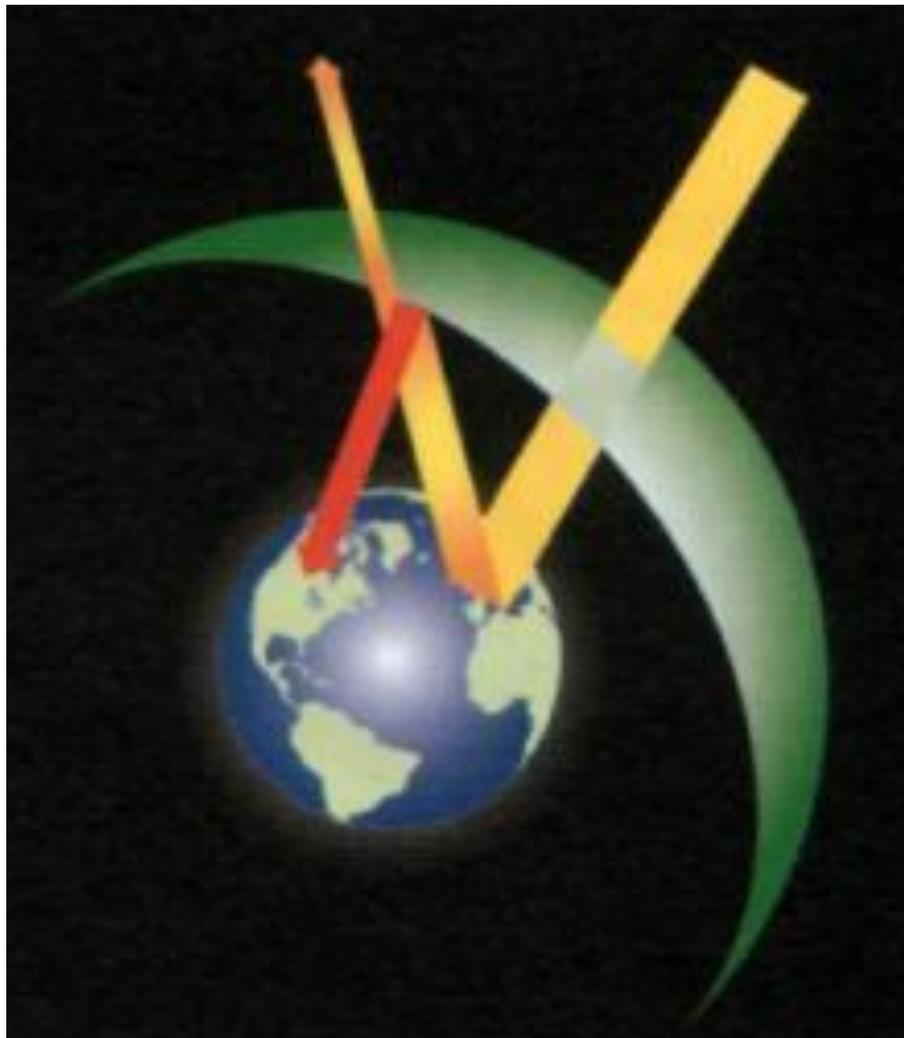
- ***3,4 бенз(а)пирен***
- ***Азота диоксид***
- ***Взвешенные вещества***
- ***Углерода оксид***
- ***Формальдегид***
- ***Свинец***
- ***Углеводороды***



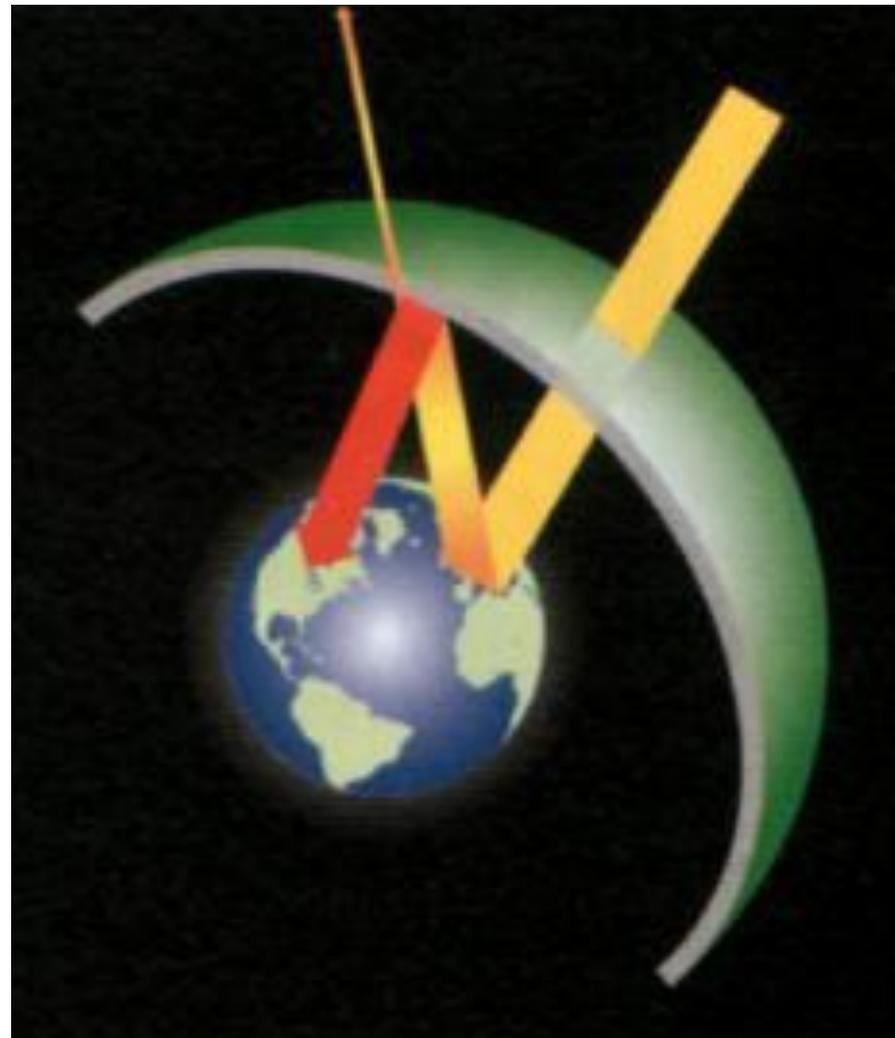
**«Ад без  
крыши» -  
так называли в  
начале XX века  
металлургически  
е  
предприятия.  
На снимке –  
металлургически  
й  
завод в  
Питсбурге,  
штат  
Пенсильвания,  
США**



***Лос-Анжелес***  
***Городской фотохимический смог***



**Нормальные  
условия**



**Глобальное  
потепление**

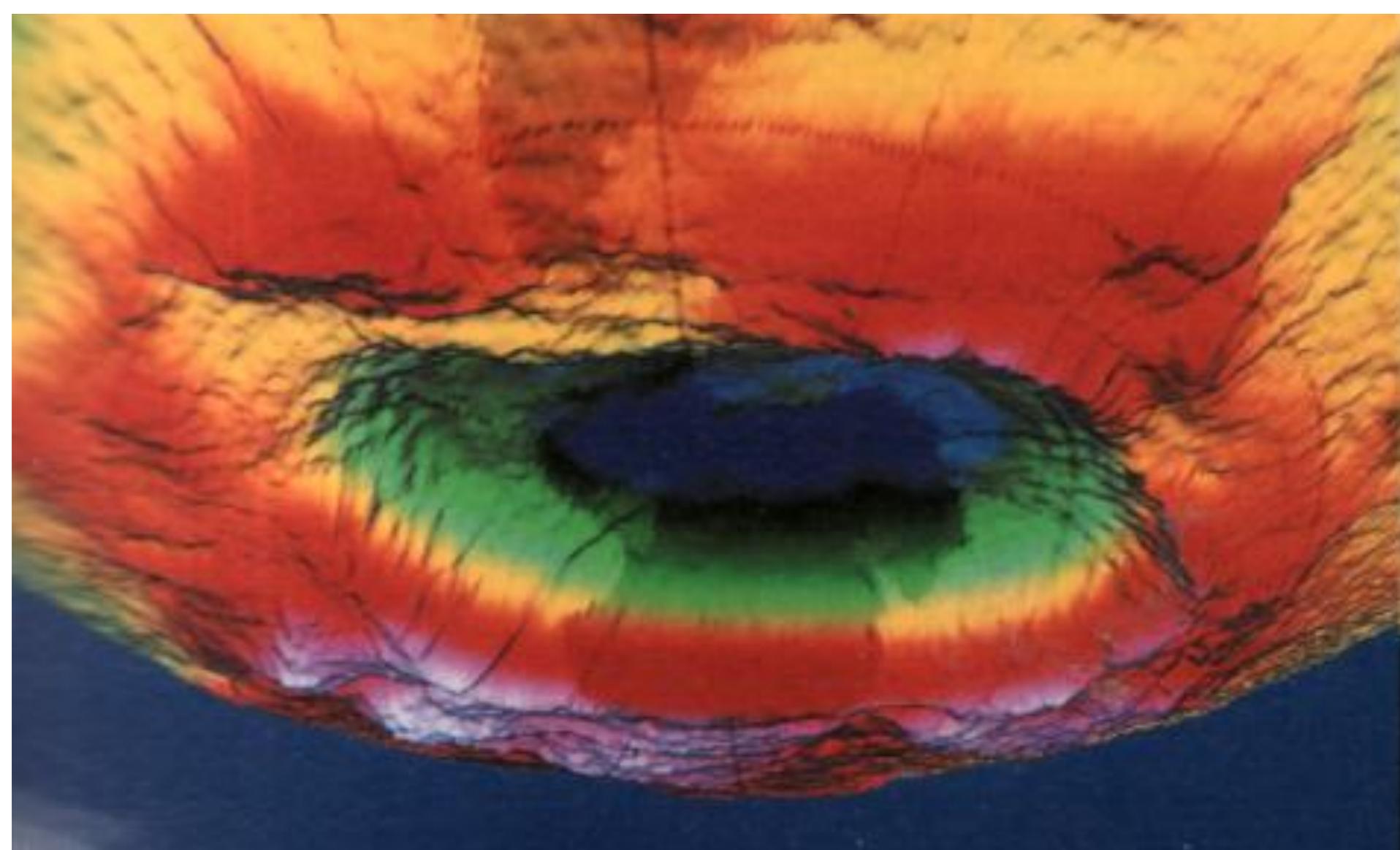
**Парниковый эффект**





27

***В леднике близ города Зас-Фе (Швейцария) изучают последствия потепления климата***



***Озоновая дыра над Антарктидой  
Снимок из космоса***

***Виды воздействия  
загрязнителей  
окружающей среды на  
организм человека;  
их сущность и  
характеристика***





***Влияние  
атмосферных  
загрязнений на  
здоровье  
населения***

# **Территории России, пораженные загрязнениями и доля населения, проживающего на них**

Наименование регионов	Размеры территорий			Доля прожива- ющего населения
	Общая площадь, тыс. км <sup>2</sup>	Экологически пораженные площади		
		тыс. км <sup>2</sup>	%	
<b>Европейская часть</b>				
<b>северная</b>	<b>1663</b>	<b>56</b>	<b>3,4</b>	<b>79</b>
<b>центральная</b>	<b>916</b>	<b>157</b>	<b>17,1</b>	<b>75</b>
<b>южная</b>	<b>891</b>	<b>96</b>	<b>10,8</b>	<b>65</b>
<b>Урал</b>	<b>824</b>	<b>138</b>	<b>16,7</b>	<b>75</b>
<b>Западная Сибирь</b>	<b>2427</b>	<b>114</b>	<b>4,7</b>	<b>73</b>
<b>Восточная Сибирь</b>	<b>4123</b>	<b>132</b>	<b>3,2</b>	<b>73</b>
<b>Дальний Восток</b>	<b>6216</b>	<b>50</b>	<b>0,8</b>	<b>77</b>
<b>Россия в целом</b>	<b>17060</b>	<b>742</b>	<b>4,3</b>	<b>74</b>

## **Пятый закон гигиены**

**При отклонении условий и факторов жизнедеятельности человека от гигиенических регламентов (гигиенических нормативов, безопасных уровней, санитарных правил и норм) неизбежно наступает ухудшение уровня здоровья населения**

**Какие-либо допуски в плане настоящего закона гигиены не являются состоятельными!**

**Связь  
заболеваний  
и нарушений с  
экологическими  
факторами,  
установленная в  
рамках  
доказательной  
медицины**

**1. Экологическая  
обусловленность  
патологии основных  
органов и систем организма:**

**иммунной системы, органов  
дыхания, ЖКТ, печени,  
эндокринной системы,  
мочевыделительной системы,  
кожных покровов, ССС, крови,  
ЛОР-органов**

## **2. Экологическая обусловленность нарушений и заболеваний:**

**генетических нарушений,  
онкопатологии, нервно-  
психических расстройств,  
инфекционной патологии,  
нарушений репродуктивных  
функций**

***3. Экологическая  
обусловленность патологии  
детского возраста***

**Плата за  
адаптацию  
к  
неблагоприятны  
м  
влияниям  
загрязнения  
окружающей  
среды**

**1**

**2**

**3**

**4**

**5**

**6**

**7**

**8**

# **Сравнительный анализ распространенности основных форм патологии детей (на 1000 человек)**

**В**

**зонах экологического неблагополучия и в среднем по России**

<b>Форма патологии</b>	<b>В среднем по России</b>	<b>В зонах экологического неблагополучия</b>
<b>Аллергические заболевания</b>	<b>35,0</b>	<b>180,0</b>
<b>Пищевая аллергия в раннем возрасте</b>	<b>70,0</b>	<b>400,0</b>
<b>Бронхиальная астма</b>	<b>9,7</b>	<b>24,0</b>
<b>Респираторные аллергозы</b>	<b>48,0</b>	<b>122,0</b>
<b>Рецидивирующий бронхит</b>	<b>6,0</b>	<b>94,0</b>
<b>Вегето-сосудистая дистония</b>	<b>12,0</b>	<b>144,0</b>

<b>Форма патологии</b>	<b>В среднем по России</b>	<b>В зонах экологического неблагополучия</b>
<b>Нефропатии</b>	<b>33,0</b>	<b>187,0</b>
<b>Врожденные пороки развития</b>	<b>11,0</b>	<b>140,0</b>
<b>Хронические заболевания носа и пазух</b>	<b>21,0</b>	<b>31,0</b>
<b>Хронический тонзиллит</b>	<b>116,0</b>	<b>239,0</b>
<b>Хронический отит</b>	<b>6,9</b>	<b>9,0</b>
<b>Энцефалопатии</b>	<b>30,0</b>	<b>50,0</b>
<b>Снижение коэффициента умственного развития (IQ) &lt; 70 %</b>	<b>30,0</b>	<b>138,0</b>

# Основные загрязнители ОС, влияющие на развитие сердечно-сосудистой патологии

Химические вещества	Патологические эффекты	
	острые	хронические
<b>Сурьма</b>	Отклонения ЭКГ	-
<b>Мышьяк</b>	Отклонения ЭКГ	Повышение смертности от ИБС
<b>Сероуглерод</b>	-	Повышение смертности от ИБС
		Ускорение развития атеросклероза
<b>Оксид углерода</b>	Острый инфаркт миокарда	Ускорение развития атеросклероза
	Стенокардия	
	Внезапная смерть	
<b>Кобальт</b>	-	Кардиомиопатия
<b>Фторуглероды</b>	Аритмии сердца	-
<b>Углеводороды</b>	Аритмии сердца	-
<b>Свинец</b>	Стенокардия	Развитие артериальной гипертензии
	Нарушение проводимости	
<b>Метилхлорид</b>	Стенокардия	Ускорение развития атеросклероза
	Внезапная смерть	



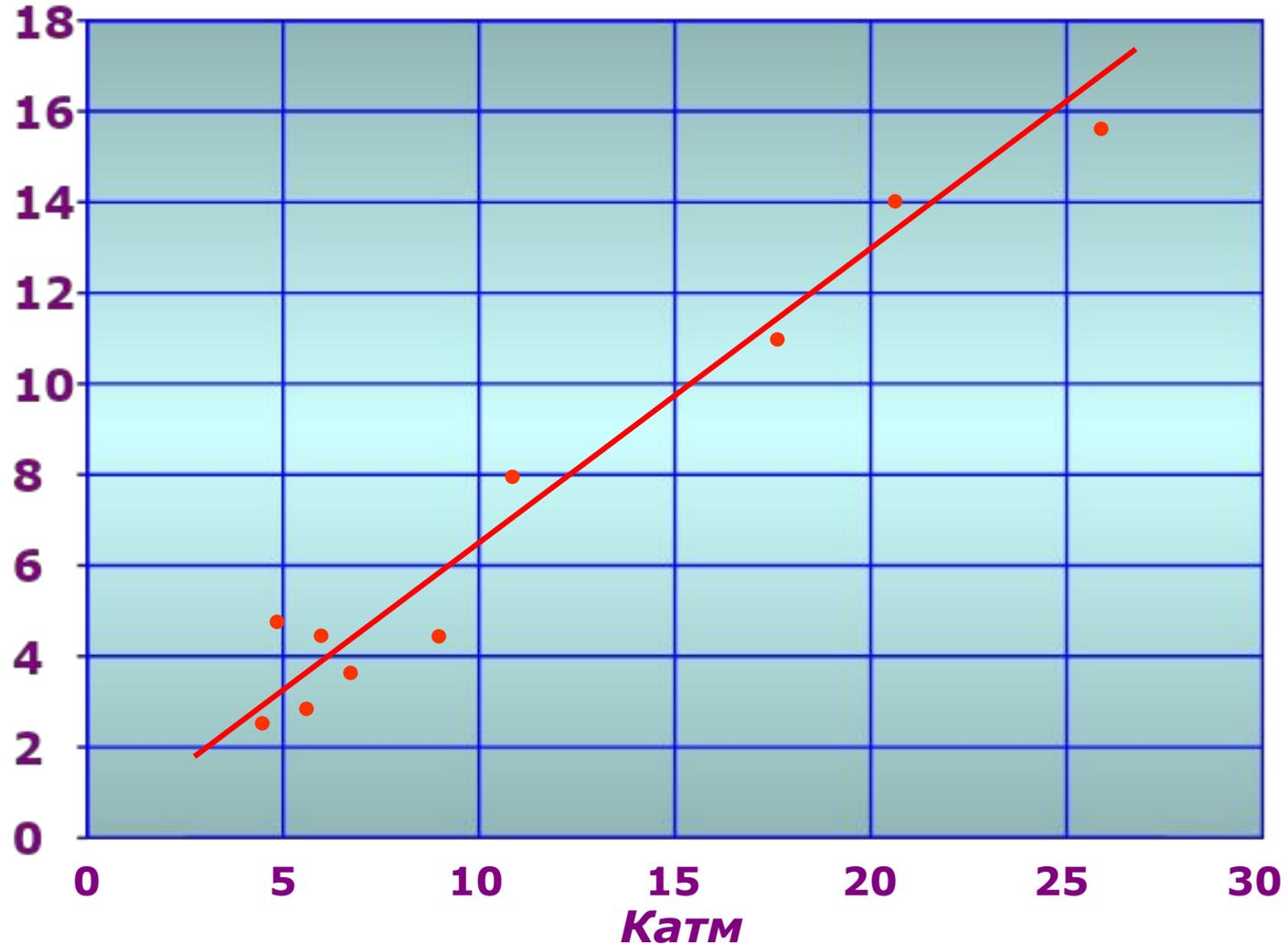
# **Связь нарушений репродуктивного здоровья с влиянием отдельных поллютантов**

<b>Наименование поллютанта</b>	<b>Проявления нарушений репродуктивного здоровья</b>
<b>Ртуть</b>	<i>Нарушения менструального цикла, спонтанные аборты, врожденная слепота, глухота, задержка умственного развития</i>
<b>Свинец</b>	<i>Бесплодие, спонтанные аборты, врожденные пороки развития, малый вес при рождении, нарушения спермы</i>
<b>Кадмий</b>	<i>Малый вес при рождении</i>
<b>Марганец</b>	<i>Бесплодие</i>
<b>Мышьяк</b>	<i>Спонтанные аборты, малый вес при рождении, врожденные пороки развития</i>
<b>Полиароматические углеводороды</b>	<i>Снижение фертильности</i>

<b>Дибром-хлорпропан</b>	<b>Бесплодие, изменения спермы</b>
<b>Полихлорированные бифенилы</b>	<b>Спонтанные аборт, малый вес при рождении, врожденные пороки развития, бесплодие</b>
<b>1,2-дибром-3-хлорпропан</b>	<b>Изменения спермы, бесплодие</b>
<b>Хлорсодержащие соединения</b>	<b>Врожденные пороки развития, перинатальная смертность, нарушения развития центральной нервной системы</b>
<b>Алдрин</b>	<b>Спонтанные аборт, преждевременные роды</b>
<b>Дихлорэтилен</b>	<b>Врожденные пороки развития</b>
<b>Дильдрин</b>	<b>Спонтанные аборт, преждевременные роды</b>
<b>Гексахлорциклогексан</b>	<b>Спонтанные аборт, преждевременные роды, гормональные нарушения</b>

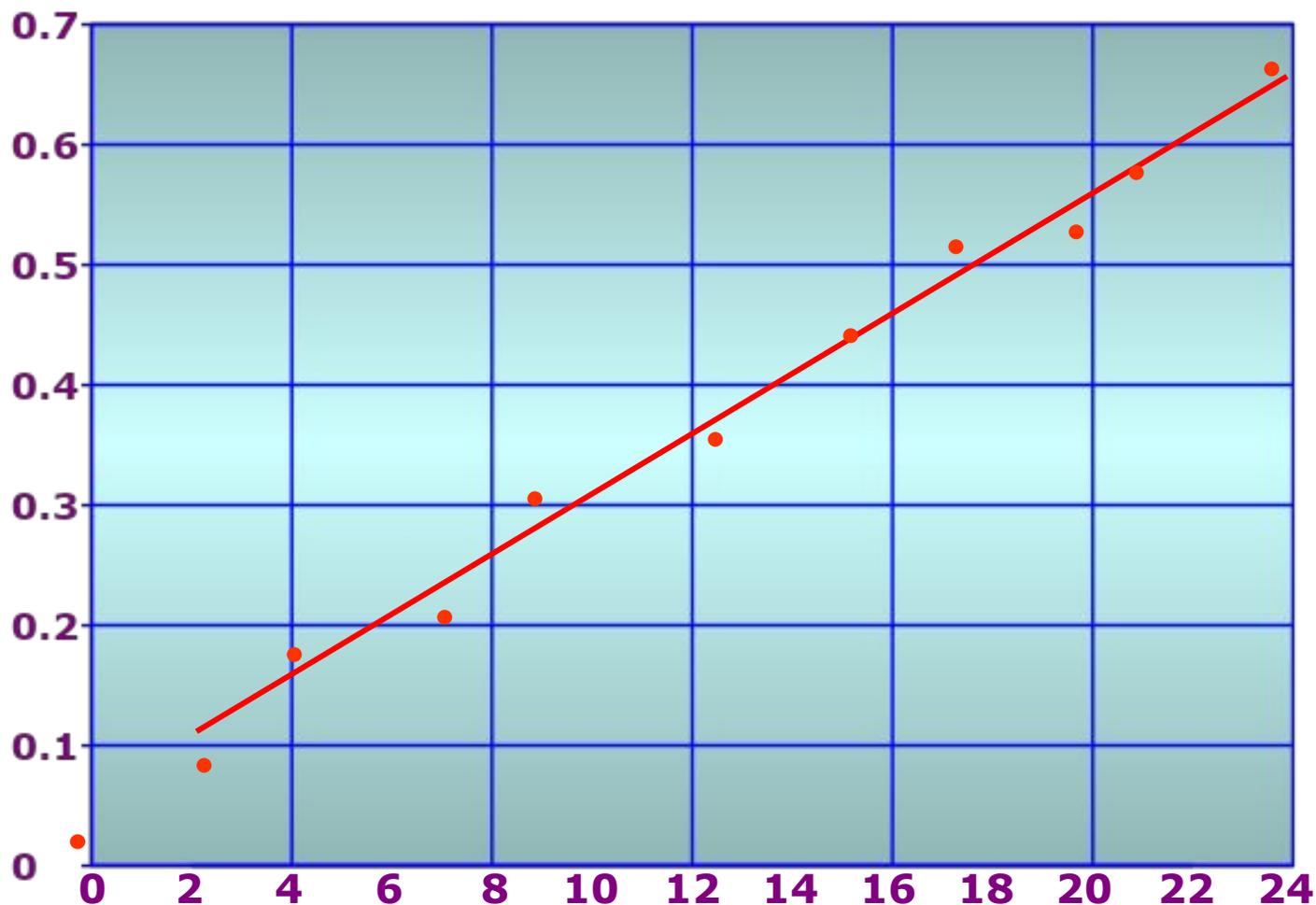
<b>Бензол</b>	<i>Спонтанные аборты, малый вес при рождении, атрофия яичников, нарушения менструального цикла</i>
<b>Серо-углерод</b>	<i>Нарушения менструального цикла, нарушения спермы</i>
<b>Органиче-ские растворители</b>	<i>Врожденные пороки развития, ранний рак</i>
<b>Анестетики</b>	<i>Бесплодие, спонтанные аборты, малый вес при рождении, опухоли у эмбриона</i>

**Число случаев  
на 1000 детей**



**Зависимость заболеваемости детей  
пневмонией в г. N от комплексного  
показателя загрязнения воздуха (Катм)**

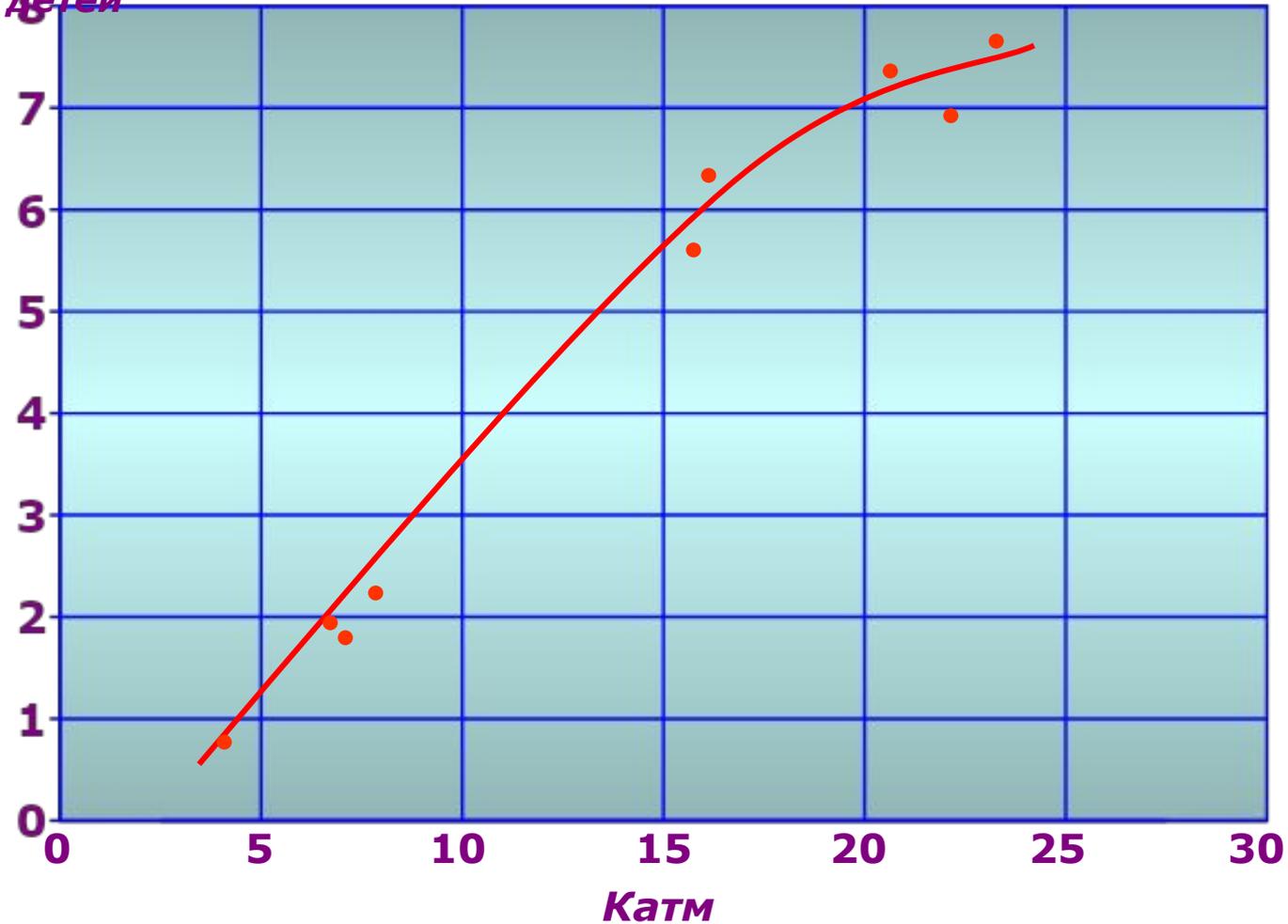
**Среднее число  
заболеваний в день**



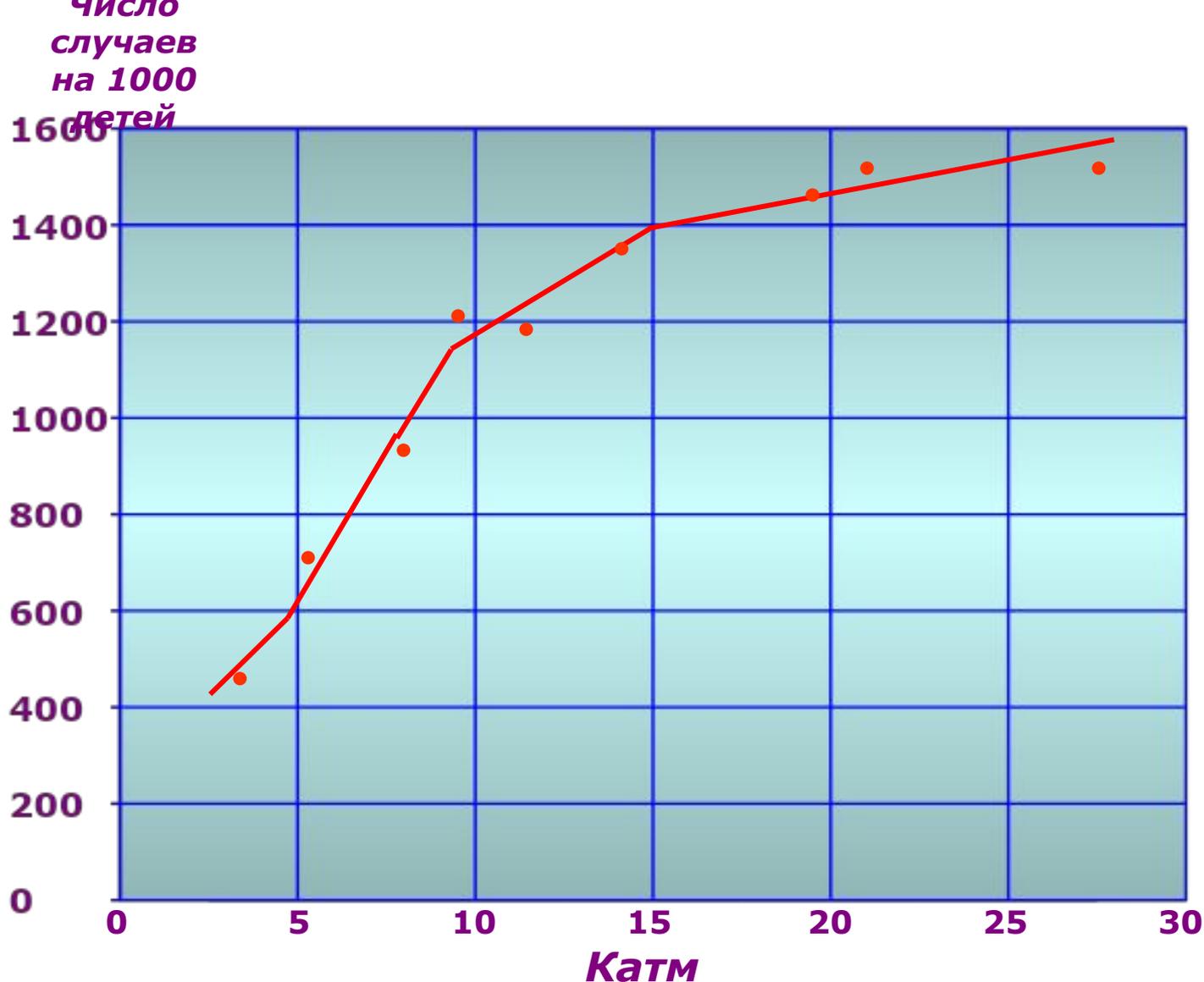
**Концентрация белка в воздухе, мкг/м³**

**Корреляция между числом  
аллергических реакций  
и концентрацией белка в воздухе г. N**

Число  
случаев  
на 1000  
детей

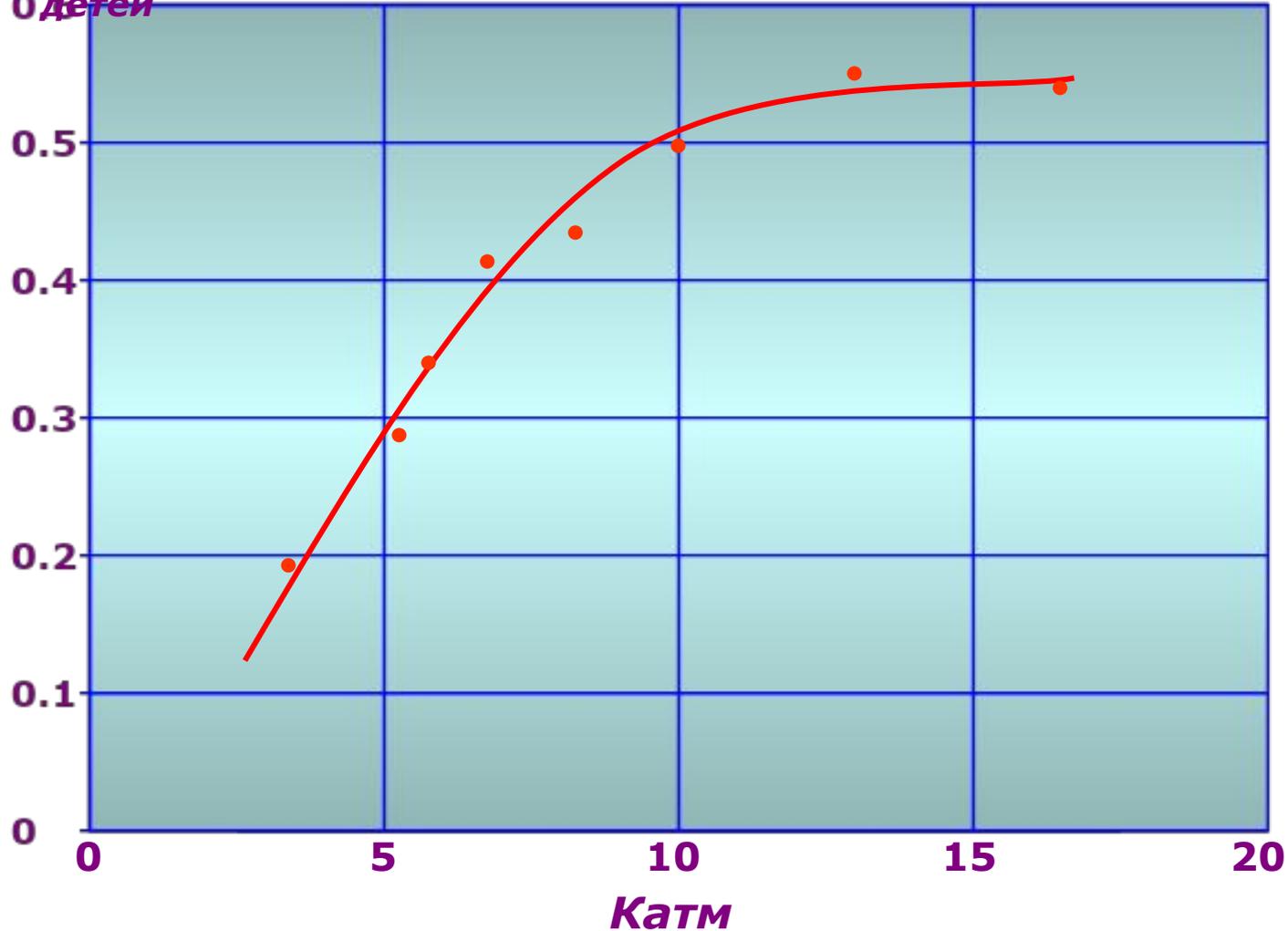


***Зависимость заболеваемости детей  
г. N болезнями ВДП от комплексного  
показателя загрязнения воздуха (Катм)***



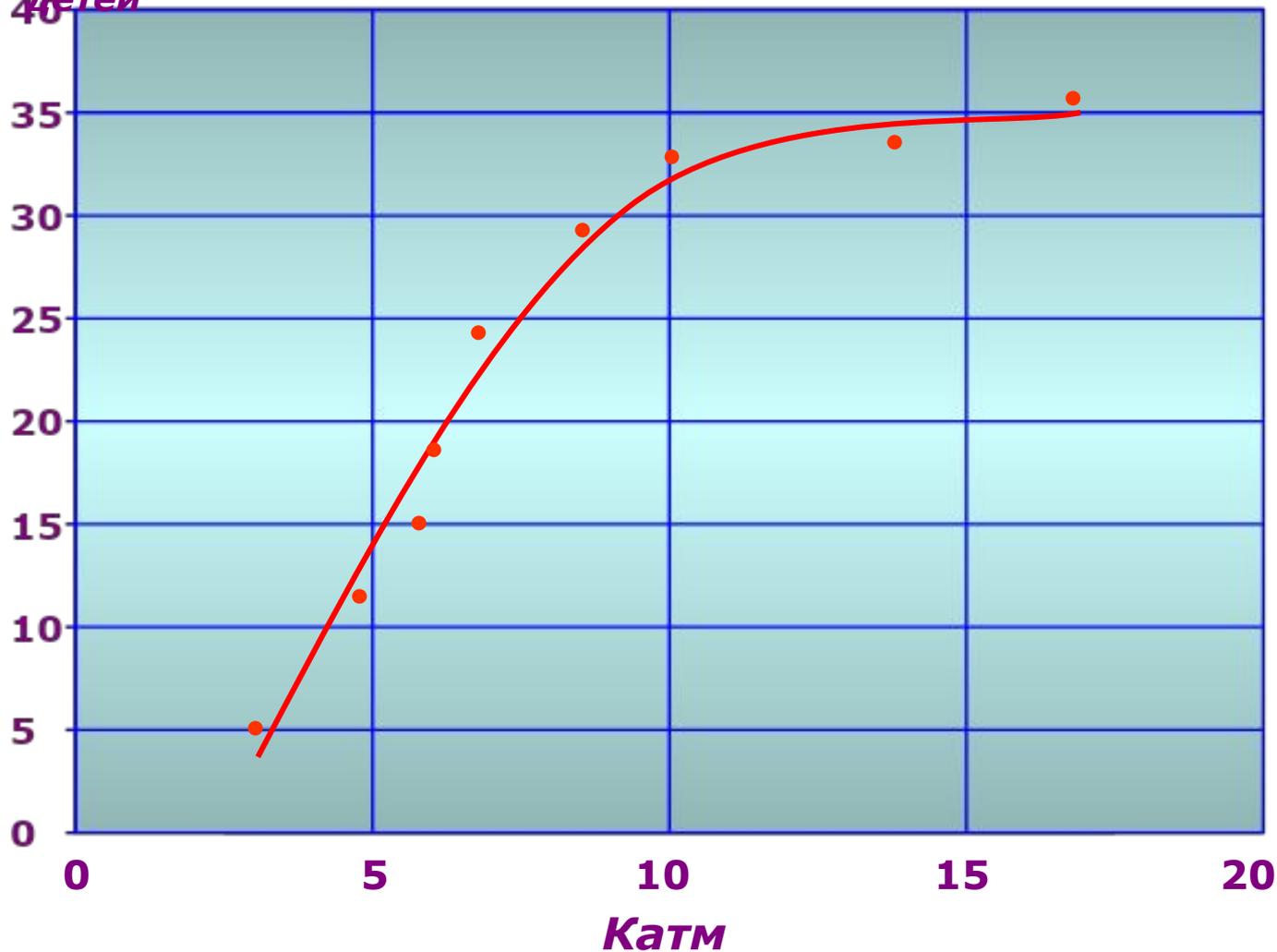
***Зависимость общей заболеваемости по обращаемости детей г. N от комплексного показателя загрязнения воздуха (Катм)***

Число  
случаев  
на 1000  
детей



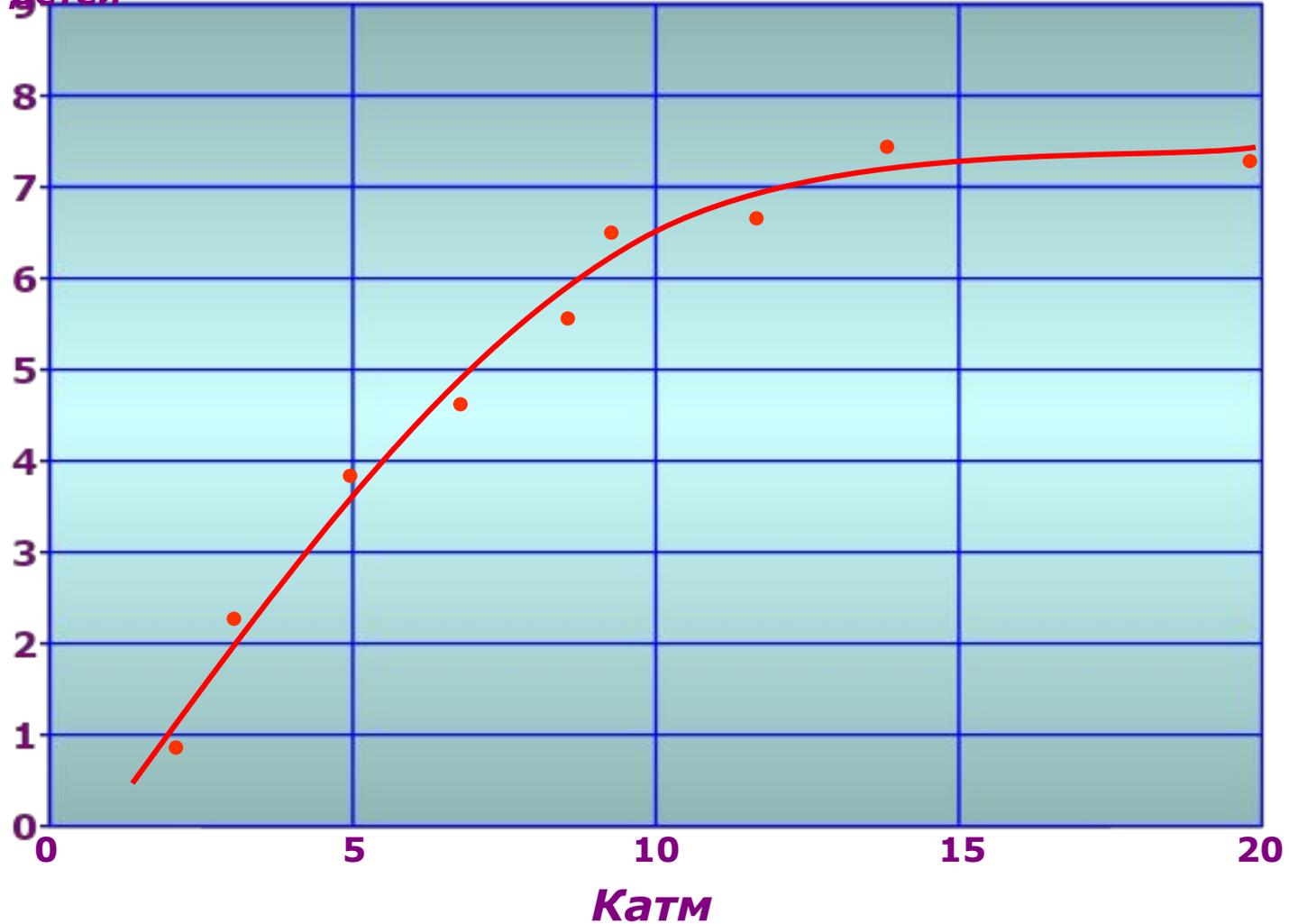
**Зависимость заболеваемости детей  
бронхиальной астмой г. N от комплексного  
показателя загрязнения воздуха (Катм)**

случаев  
на 1000  
детей



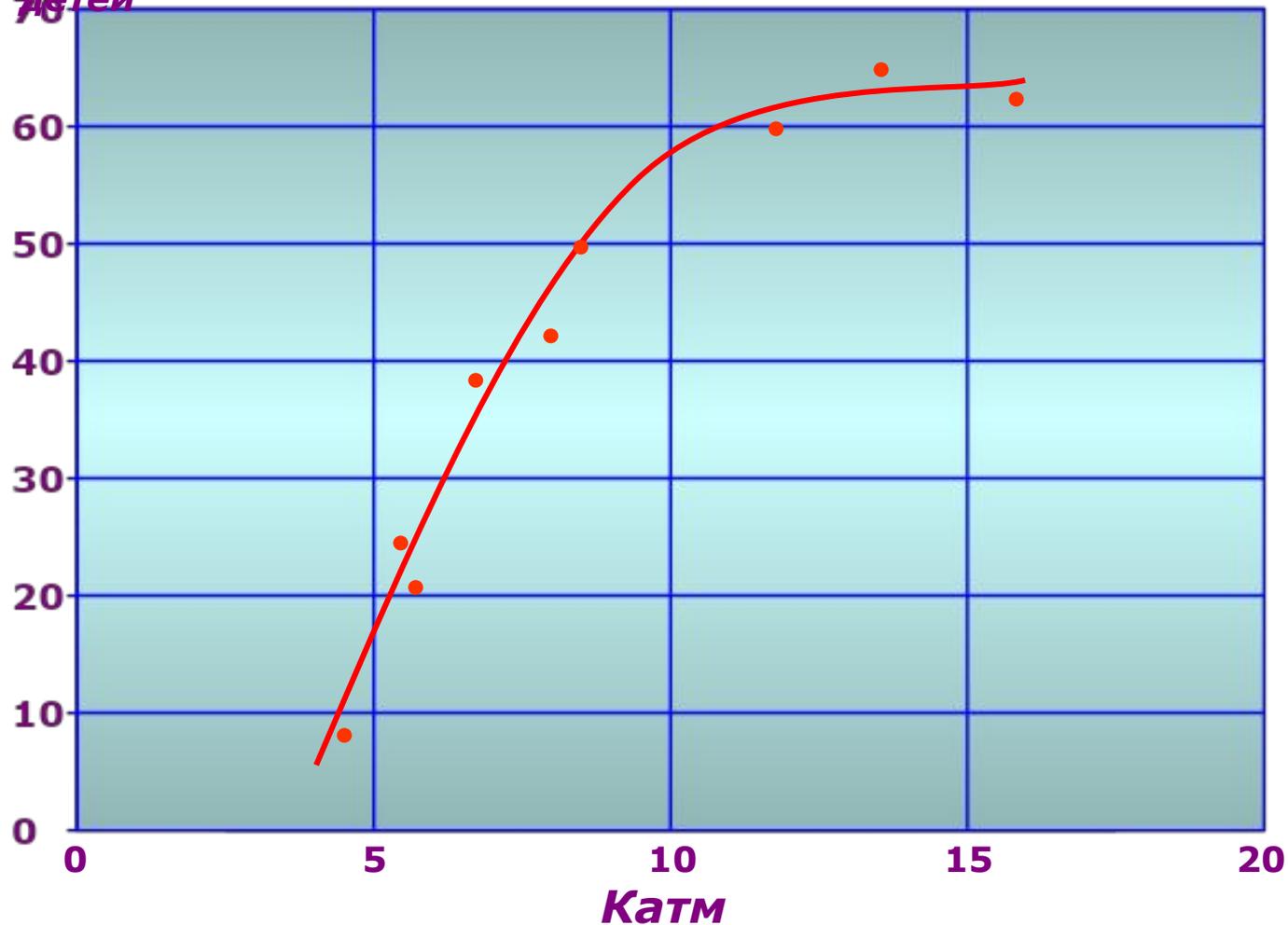
***Зависимость частоты врожденной патологии у детей г. N от комплексного показателя загрязнения воздуха (Катм)***

случаев  
на 1000  
детей



**Зависимость частоты анемий у детей  
г. N от комплексного показателя  
загрязнения воздуха (Катм)**

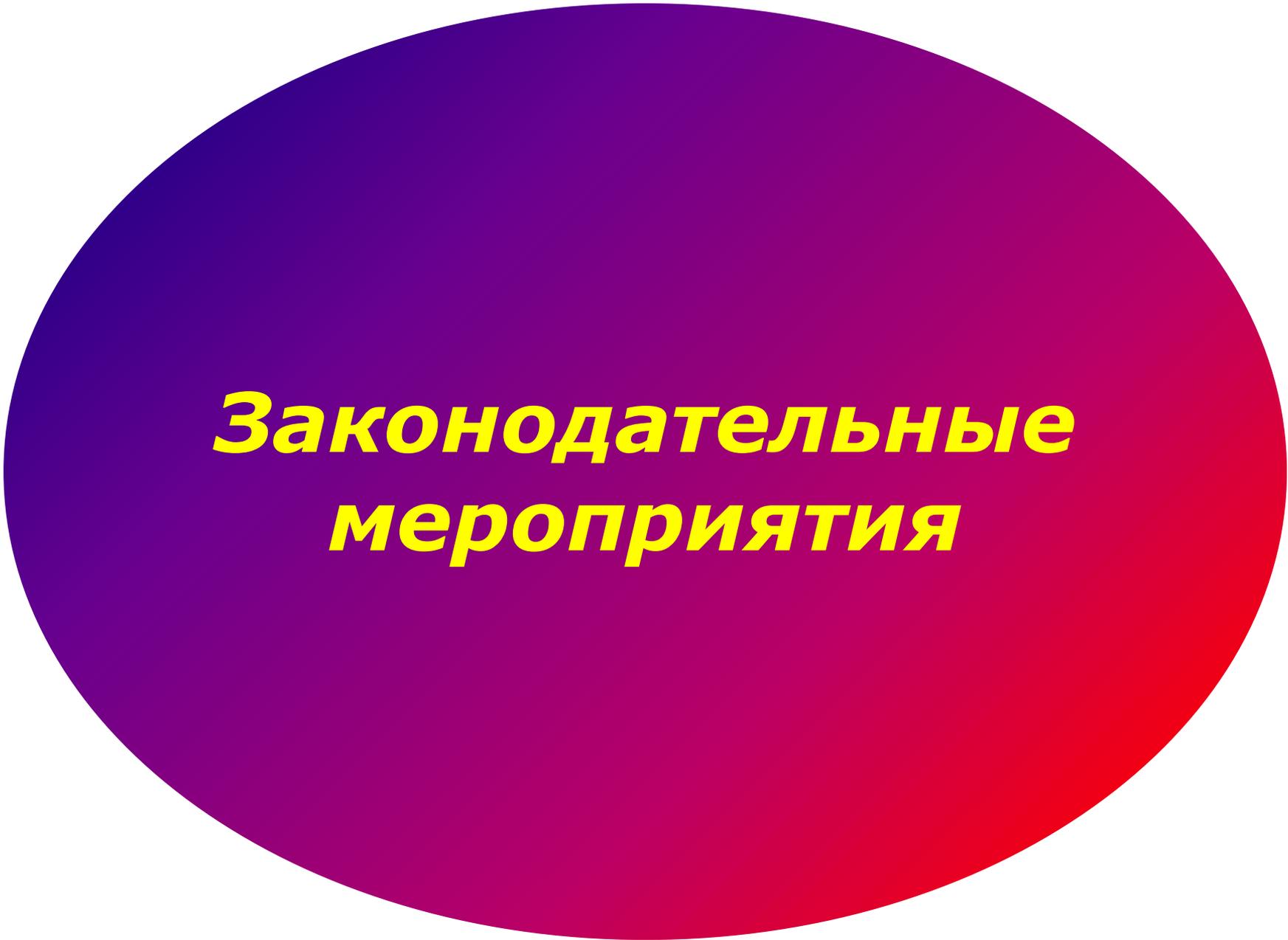
случаев  
на 1000  
детей



**Зависимость частоты экологически обусловленных заболеваний у детей г. N от комплексного показателя загрязнения воздуха (Катм)**

**Основные  
мероприятия  
по санитарной  
охране  
атмосферного  
воздуха**





***Законодательные  
мероприятия***

**1**

**10.01.2002 г. № 7-ФЗ**

**ФЗ от 4 мая 1999 г.**

**15.11.1995 г.**

**3**

**4**

**Федеральный закон от**

**Федеральный закон № 96-**

**Федеральный Закон от**

**СанПиН 2.1.6.1032-01**

**5**

**2.1.6.792-99**

**МУ**

**2.1.6.1338-03**

**ГН**

**7 ГН 2.1.6.1339-03**

**Принципы  
государственного  
управления  
в области охраны  
атмосферного  
воздуха  
(№ 96-ФЗ)**

**1**

**2**

**3**

**4**

5

6

7

**Государственный  
контроль за охраной  
атмосферного  
воздуха  
должен обеспечить  
соблюдение:  
(№ 96-ФЗ)**

**1**

**2**

**3**

4

5

**Государственный контроль за  
охраной атмосферного воздуха  
осуществляют специально  
уполномоченный  
федеральный  
орган исполнительной власти в  
области охраны атмосферного  
воздуха и его  
территориальные  
органы в порядке,  
определенном  
Правительством  
Российской Федерации**

**Граждане,  
юридические  
лица  
и общественные  
объединения  
имеют право на:**

**(№ 96-ФЗ)**

**1**

**2**

**3**

**4**

**Юридические лица,  
имеющие источники  
выбросов  
загрязняющих  
веществ в  
атмосферный  
воздух,  
обязаны:  
(№ 96-ФЗ)**

**1**

**2**

**3**

**4**

**5**

**6**

**7**

**Юридические лица,  
имеющие  
стационарные  
источники выбросов  
вредных  
(загрязняющих)  
веществ в  
атмосферный воздух,  
обязаны:**

**(№ 96-ФЗ)**

**1**

**2**

**3**

**4**

**5**

**6**

7

8

**9**

**10**

**11**

**12**

**13**





***Градостроительный  
кодекс Российской  
Федерации:***

***Федеральный закон  
от 30.12.2001 г.  
№ 196-ФЗ***

**2.2.1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО,  
РЕКОНСТРУКЦИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ  
2.1.1. ПЛАНИРОВКА И ЗАСТРОЙКА НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ**

***Санитарно-защитные зоны и  
санитарная классификация  
предприятий, сооружений и  
иных объектов.  
Новая редакция***

**СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03  
(редакция 2007)**



# **Санитарно-защитные зоны источников загрязнения атмосферного воздуха**

**Предприятия первого класса**

**1000 м**

**Предприятия второго класса**

**500 м**

**Предприятия третьего класса**

**300 м**

**Предприятия четвертого класса**

**100 м**

**Предприятия пятого класса**

**50 м**



**Санитарно-  
технические  
мероприятия  
по охране  
атмосферного  
воздуха**

**Очистка  
выбросов  
от  
вредных  
аэрозолей**

**Пыле-  
осадочны  
е  
камеры**

**Мульти-  
циклоны**

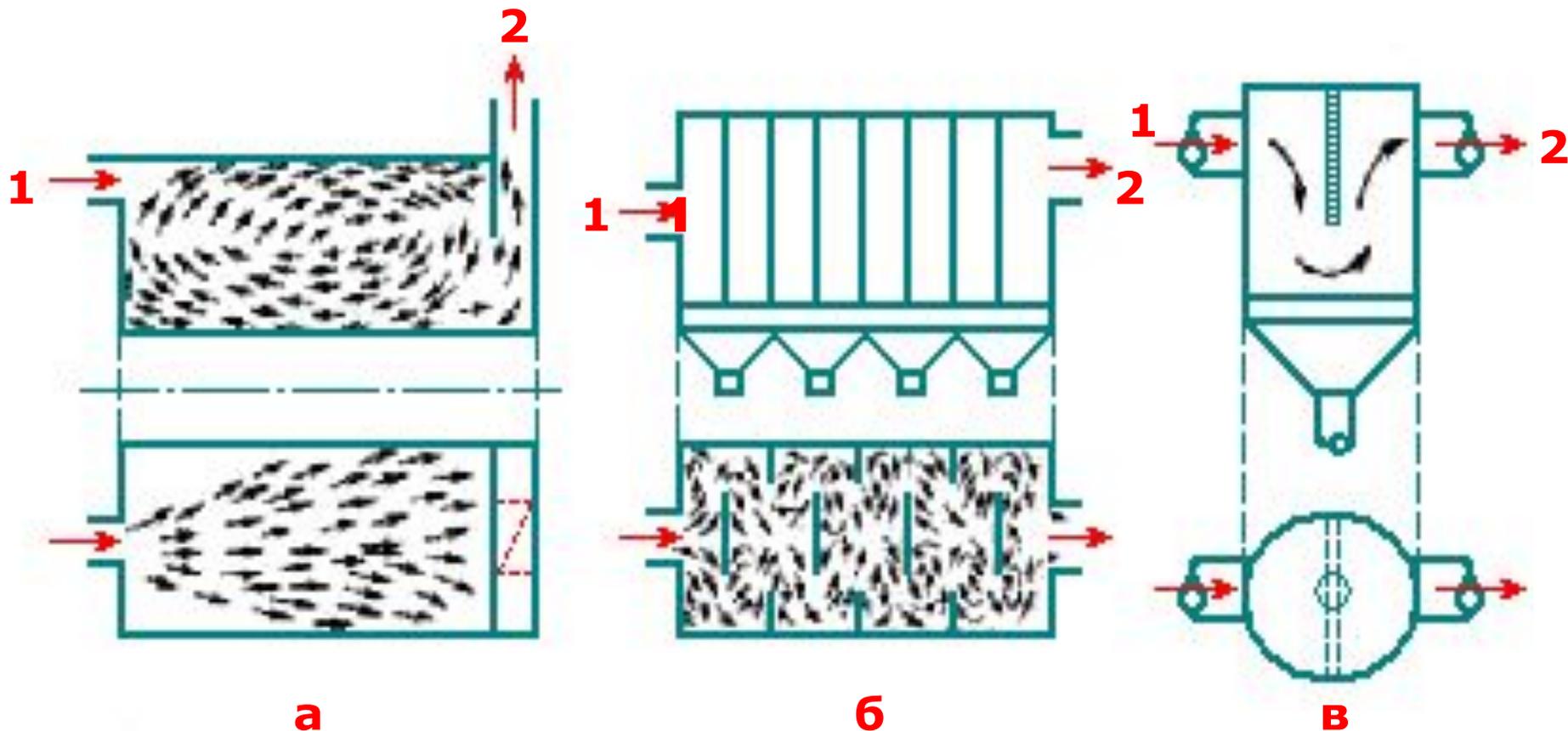
**Циклоны**

**Пенные  
фильтры**

**Скруббер  
ы  
и  
фильтры**

**Электро-  
фильтры**

**Тканевые  
(рукавны  
е)  
фильтры**



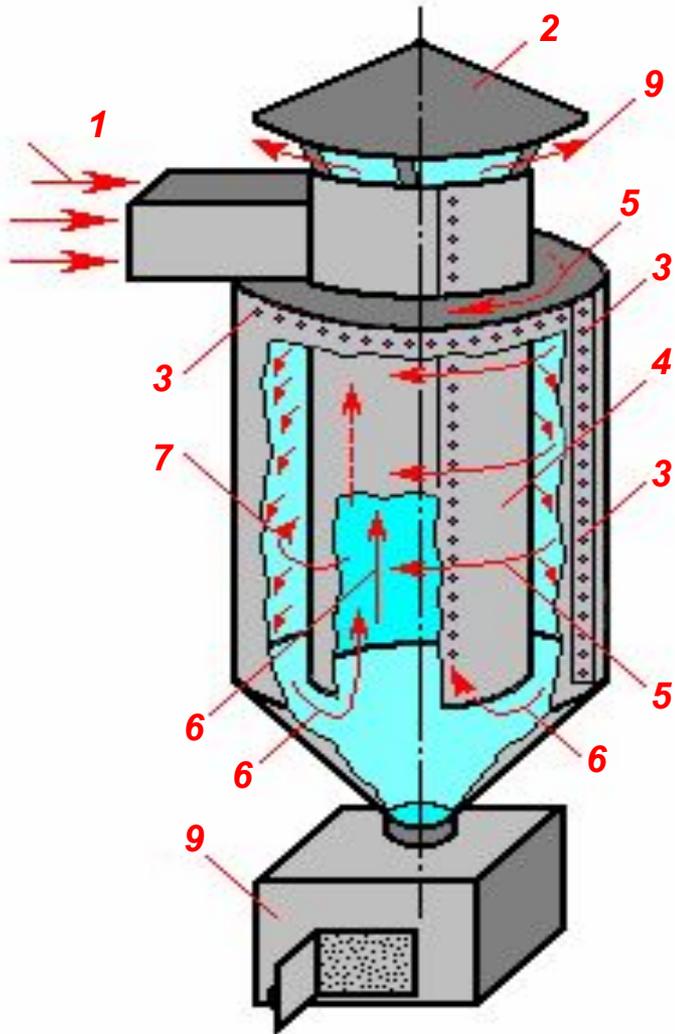
## **Пылеосадочные камеры**

**Предназначены для грубой очистки воздуха**

**а – простая; б – лабиринтная, в – с отбойным щитом;**

**1 – входящий воздух; 2 – выходящий воздух**

# Циклон ЛИОТ



**1** – загрязненный аэрозолями воздух

**2** – дефлектор, обеспечивающий вытяжку очищенного воздуха

**3** – цилиндрический внешний корпус циклона

**4** – внутренний цилиндр

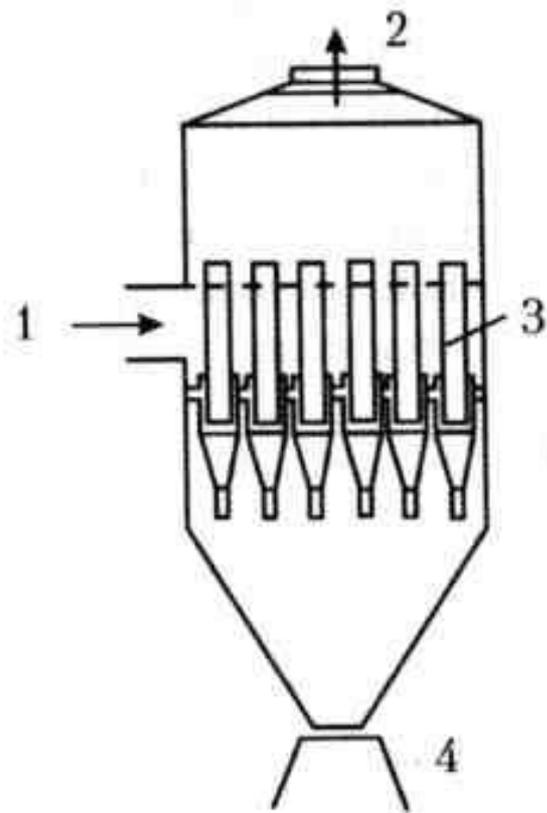
**5** – теряющий инерцию при вращательном движении загрязненный воздух

**6** – вытягиваемый дефлектором очищенный воздух

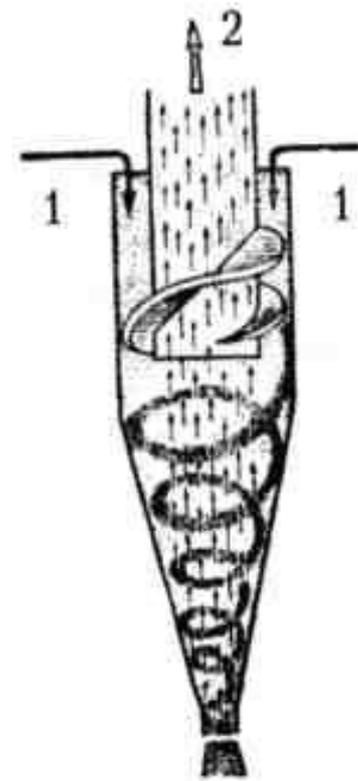
**7** – потерявшие инерционное движение оседающие аэрозоли

**8** – очищенный воздух

**9** – емкость для сбора осевших аэрозолей



**а**

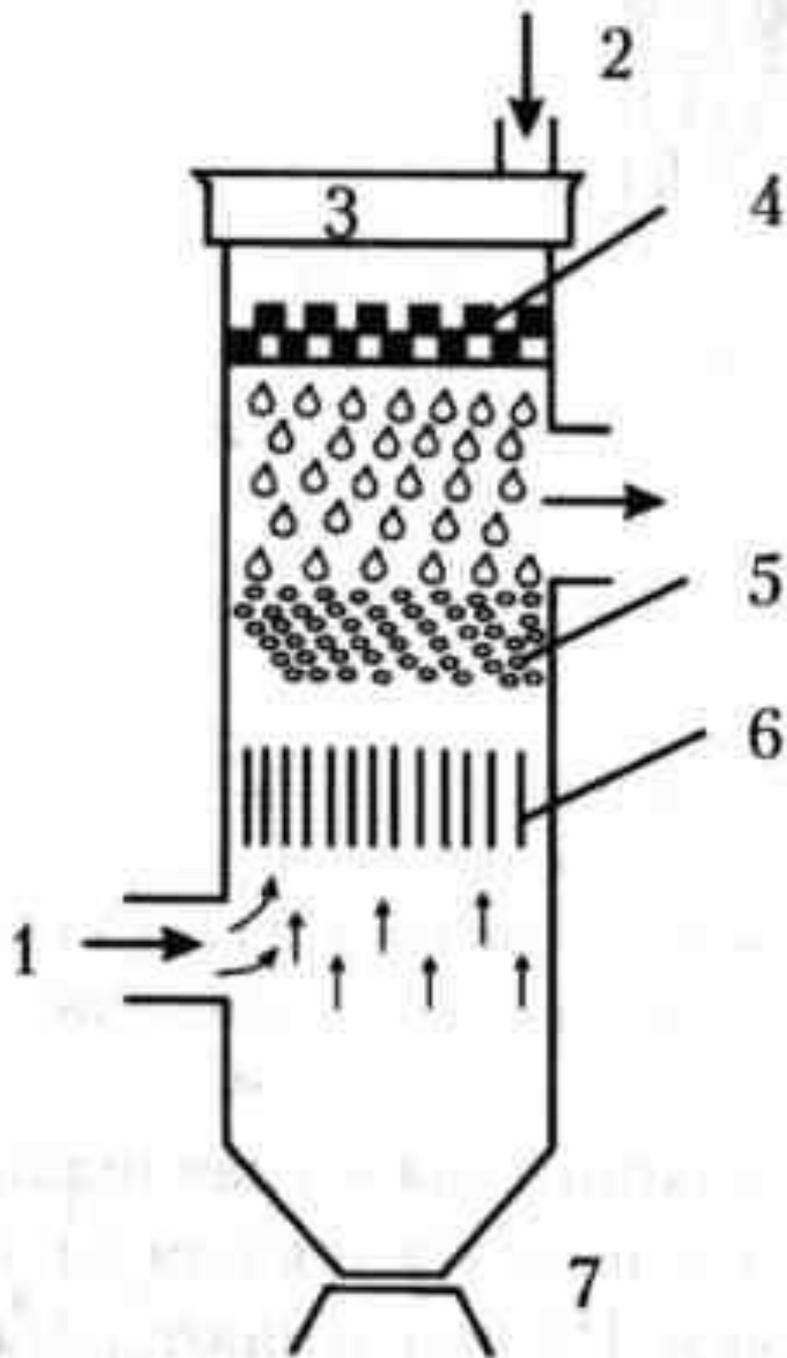


**б**

## **Схема мультициклона**

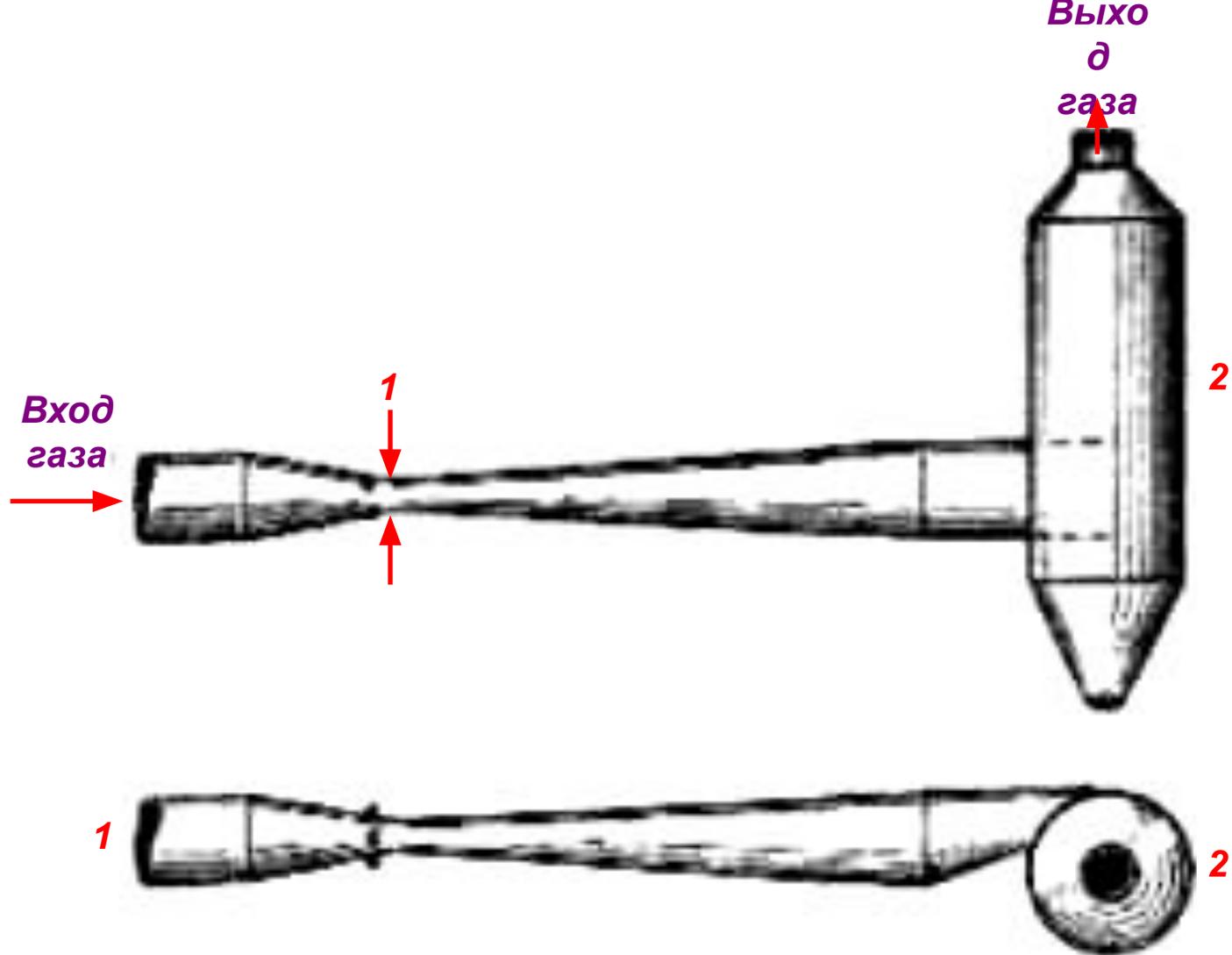
**а** – полный аппарат: **1** – поступление газа, **2** – выход очищенного газа, **3** – циклонные элементы, **4** – бункер для сбора пыли;

**б** – элемент мультициклона: **1** – вход загрязненного газа, **2** – выход очищенного газа



## **Схема насадочного скруббера**

- 1** – вход газа;
- 2** – поступление воды;
- 3** – система орошения со  
спринклерами;
- 4** – распределительная  
насадка;
- 5** – выход очищенного  
газа;
- 6** – основная насадка;
- 7** – бункер для сбора  
загрязненной воды

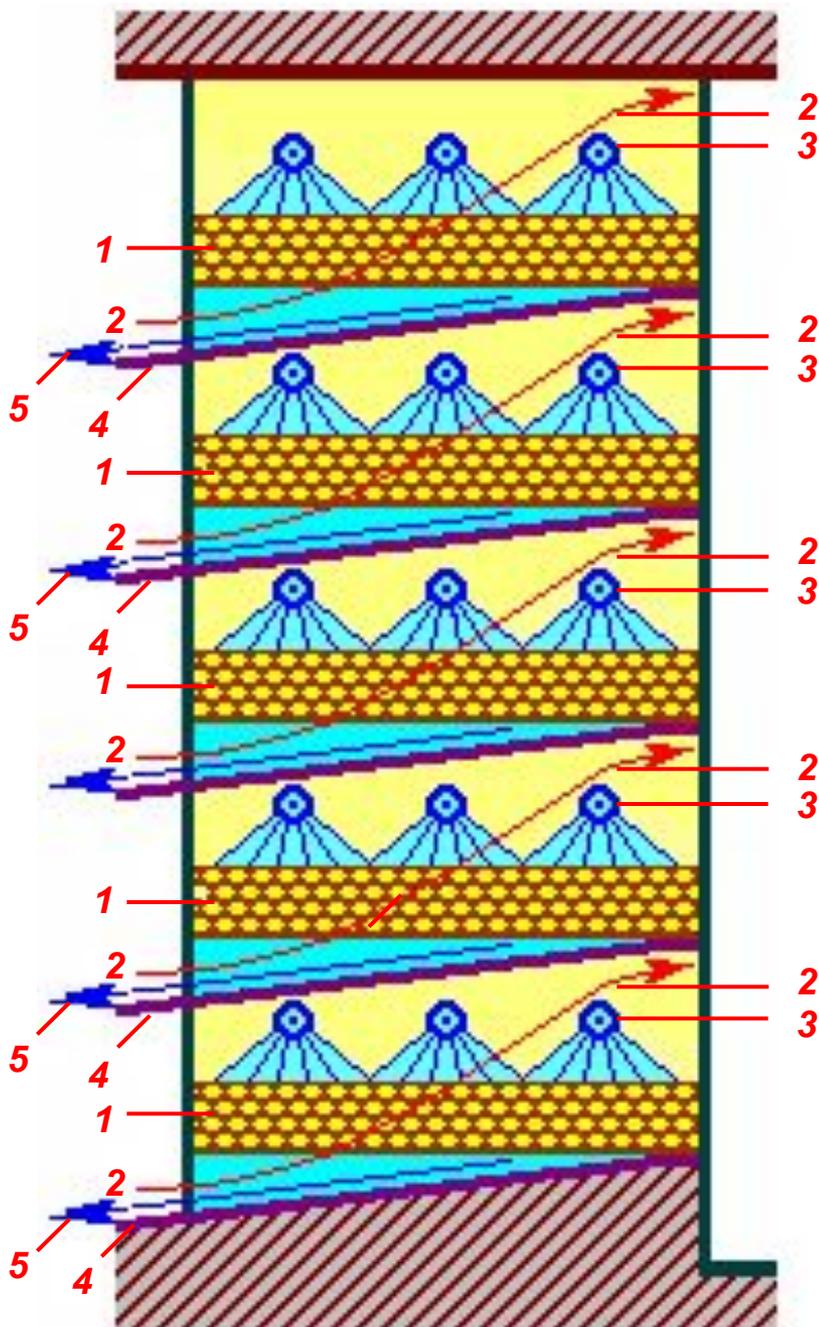


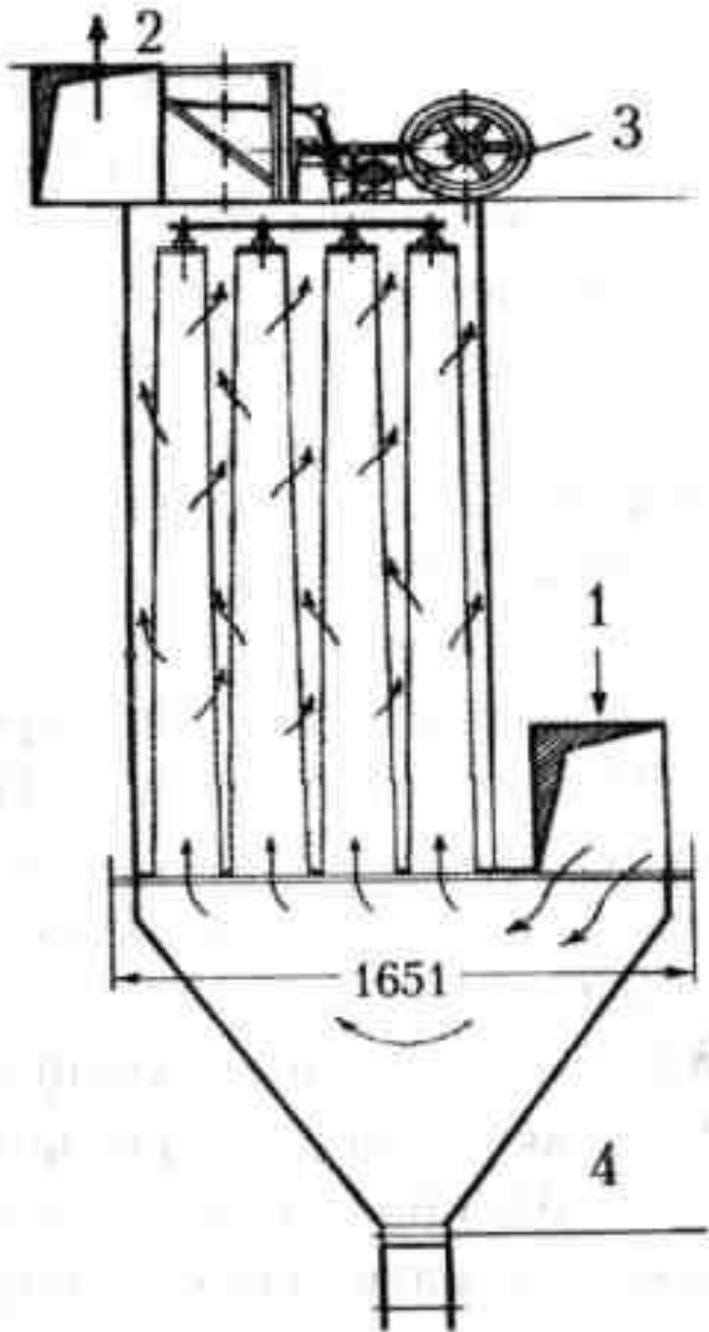
**1** – труба «Вентури»; **2** – скруббер-каплеуловитель

## **Скруббер Вентури**

# Гравийный фильтр

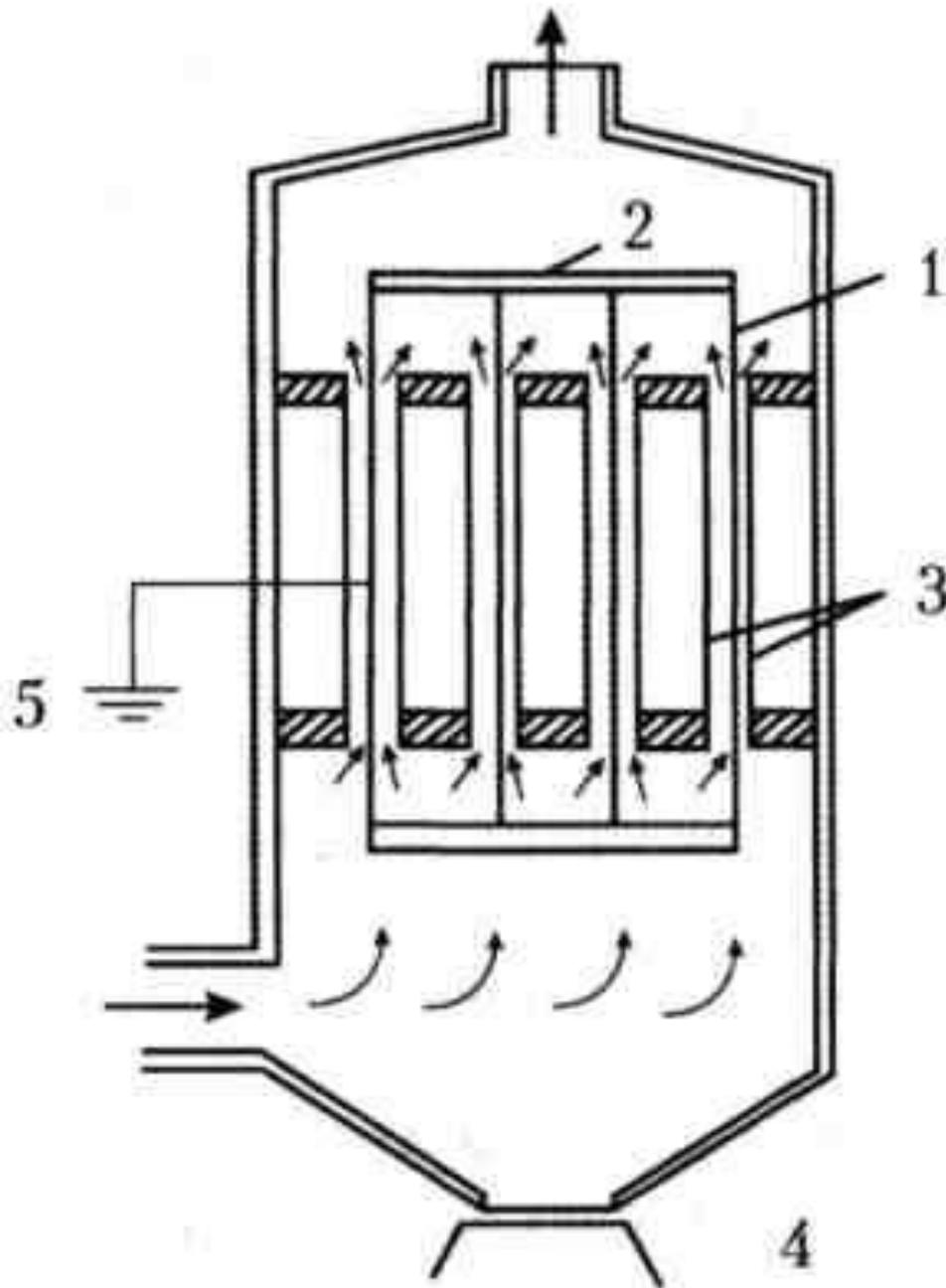
- 1** – слой гравия;
- 2** – поток очищаемого воздуха;
- 3** – оросительные форсунки;
- 4** – наклонное дно;
- 5** – сток воды, контактировавшей с загрязненным воздухом





## **Схема рукавного фильтра**

- 1** – вход газа на очистку;
- 2** – выход очищенного газа;
- 3** – механизм встряхивания;
- 4** – бункер для сбора пыли



## Схема электрофильтра

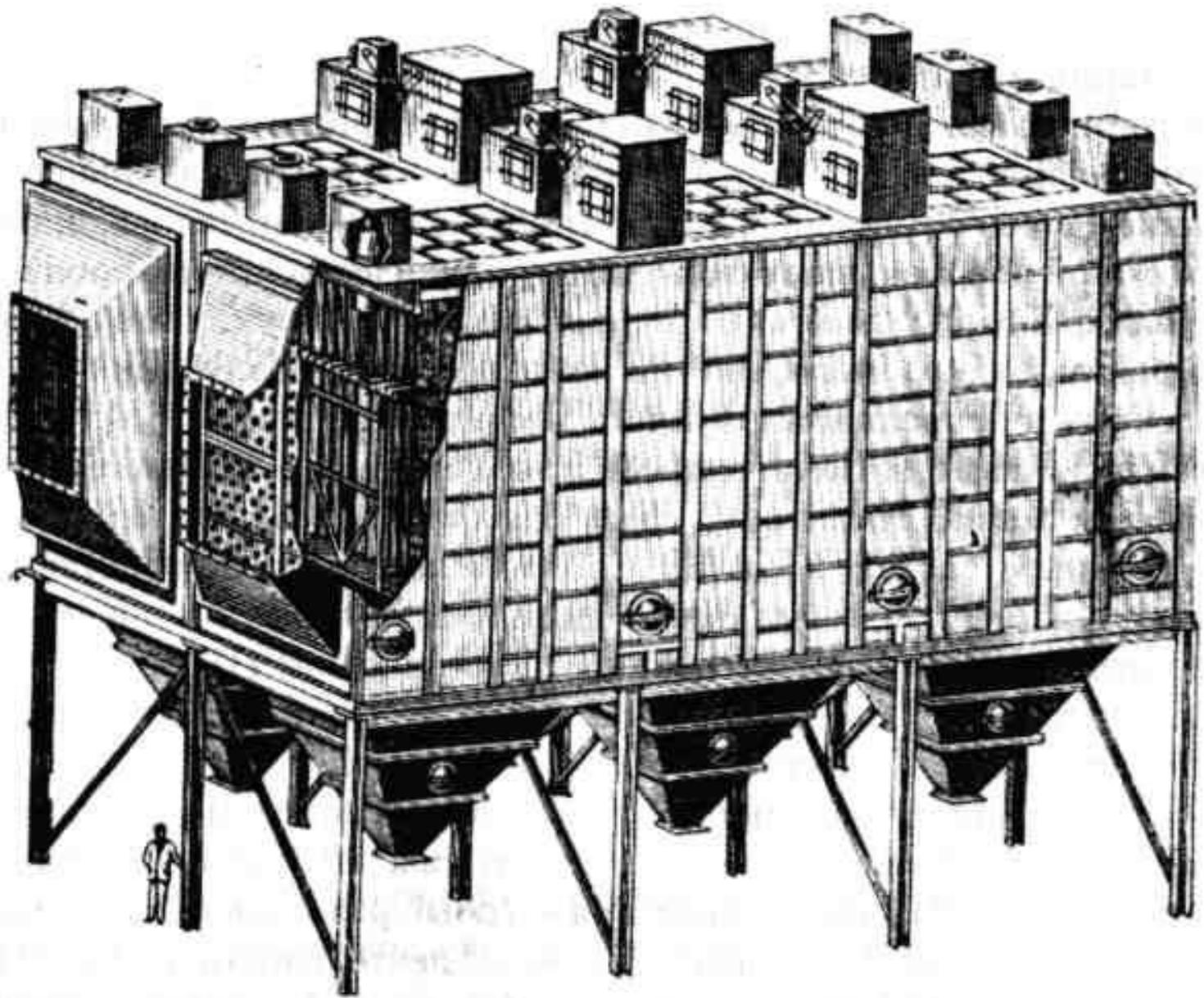
**1** – коронирующий электрод;

**2** – рама для крепления коронирующих электродов;

**3** – осадительный электрод;

**4** – бункер для сбора пыли;

**5** – заземление осадительного электрода

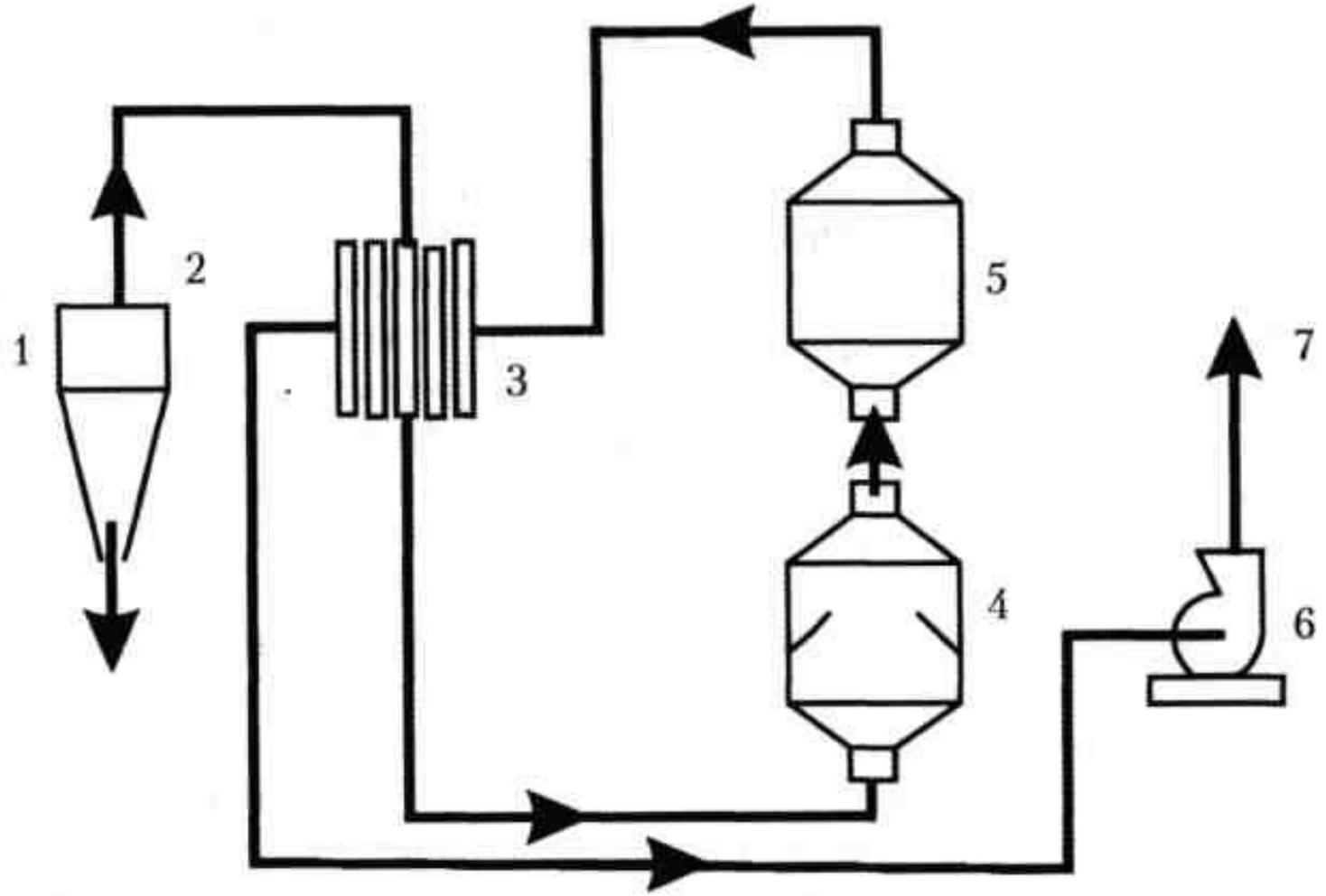


***Батареи электрофильтров***

# **Техническая эффективность очистки отходящих газов от пыли различными аппаратами**

<b>Пылеуловители</b>	<b>Эффективность очистки (в %) при размере частиц, мкм</b>			
	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>1</b>
<b>Циклоны</b>	<b>96</b>	<b>85</b>	<b>67</b>	<b>10</b>
<b>Мультициклоны</b>	<b>99</b>	<b>96</b>	<b>89</b>	<b>20</b>
<b>Скрубберы с орошением</b>	<b>99</b>	<b>96</b>	<b>95</b>	<b>35</b>
<b>Пенный аппарат</b>	<b>99</b>	<b>94</b>	<b>88</b>	<b>60</b>
<b>Тканевые фильтры</b>	<b>99</b>	<b>99</b>	<b>99</b>	<b>99</b>
<b>Электрофильтр</b>	<b>99</b>	<b>98</b>	<b>92</b>	<b>88</b>





## **Схема установки**

### **каталитического окисления**

- 1** – вход отходящих газов; **2** – ловушка (циклон);  
**3** – теплообменник; **4** – подогреватель; **5** – контактный аппарат;  
**6** – вентилятор; **7** – выход очищенных газов

**Санитарно-  
гигиенически  
е  
мероприятия  
по охране  
атмосферного  
воздуха**

**1**

**2**

**3**

**4**

*(социально-гигиенический мониторинг)*

**5**

***Мероприятия  
по снижению  
загрязнения  
атмосферного  
воздуха  
автотранспортом***

**1**

**2**

**3**

**4**

**5**

**6**

**7**

**8**

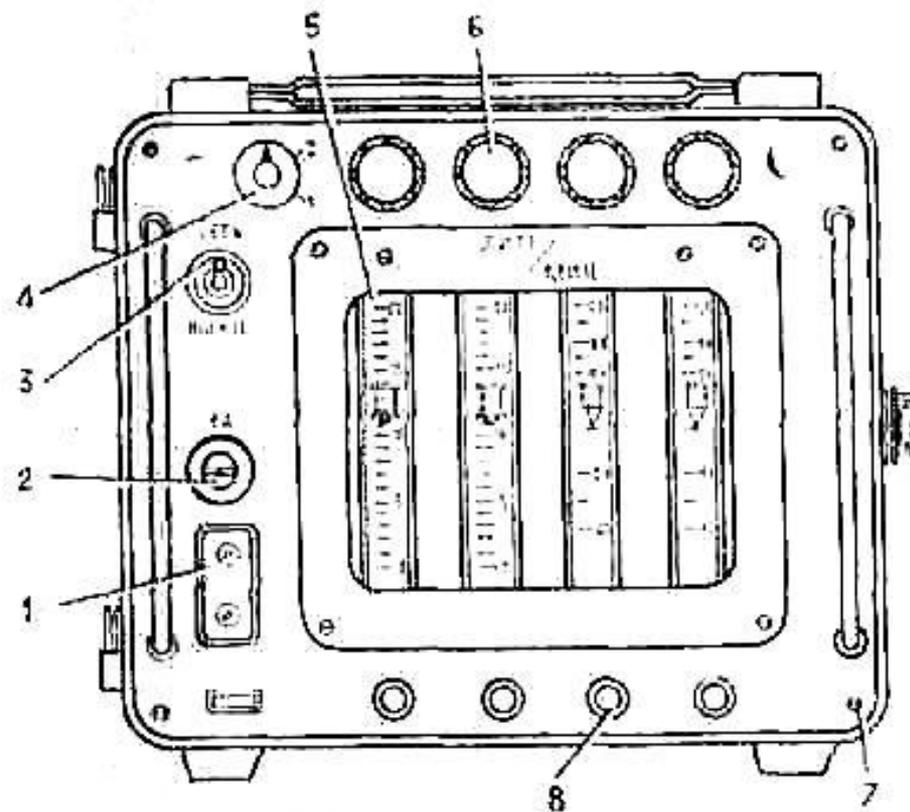
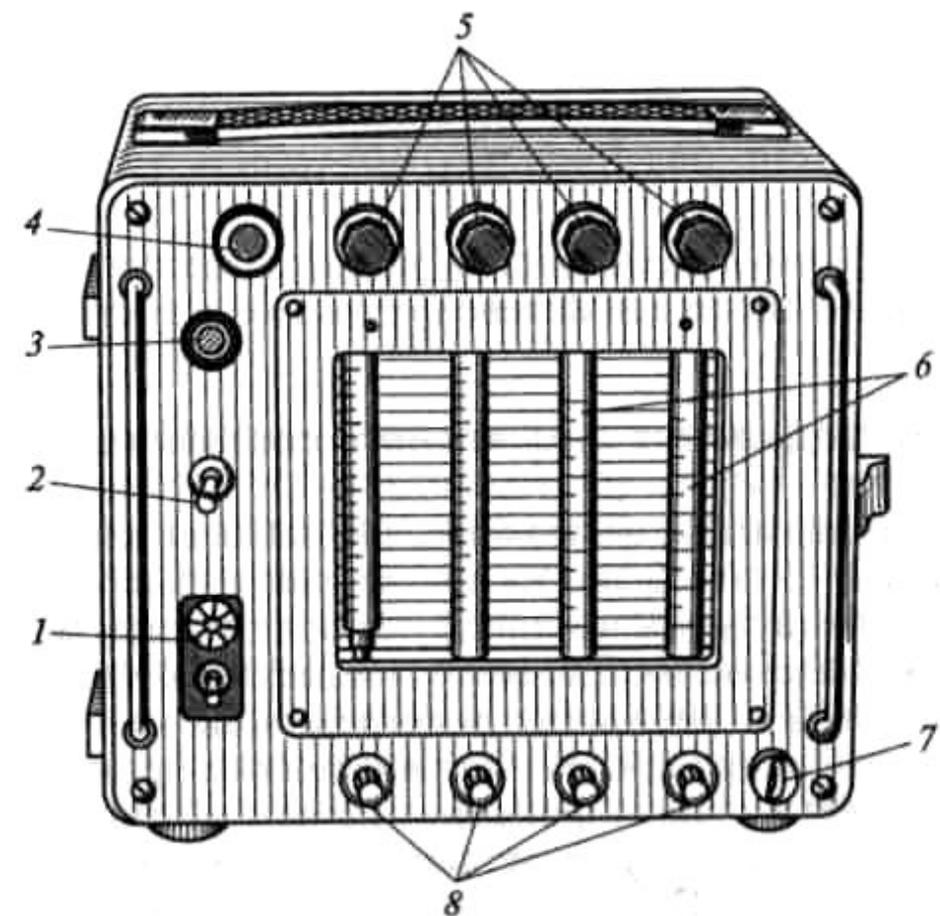
**9**

**10**

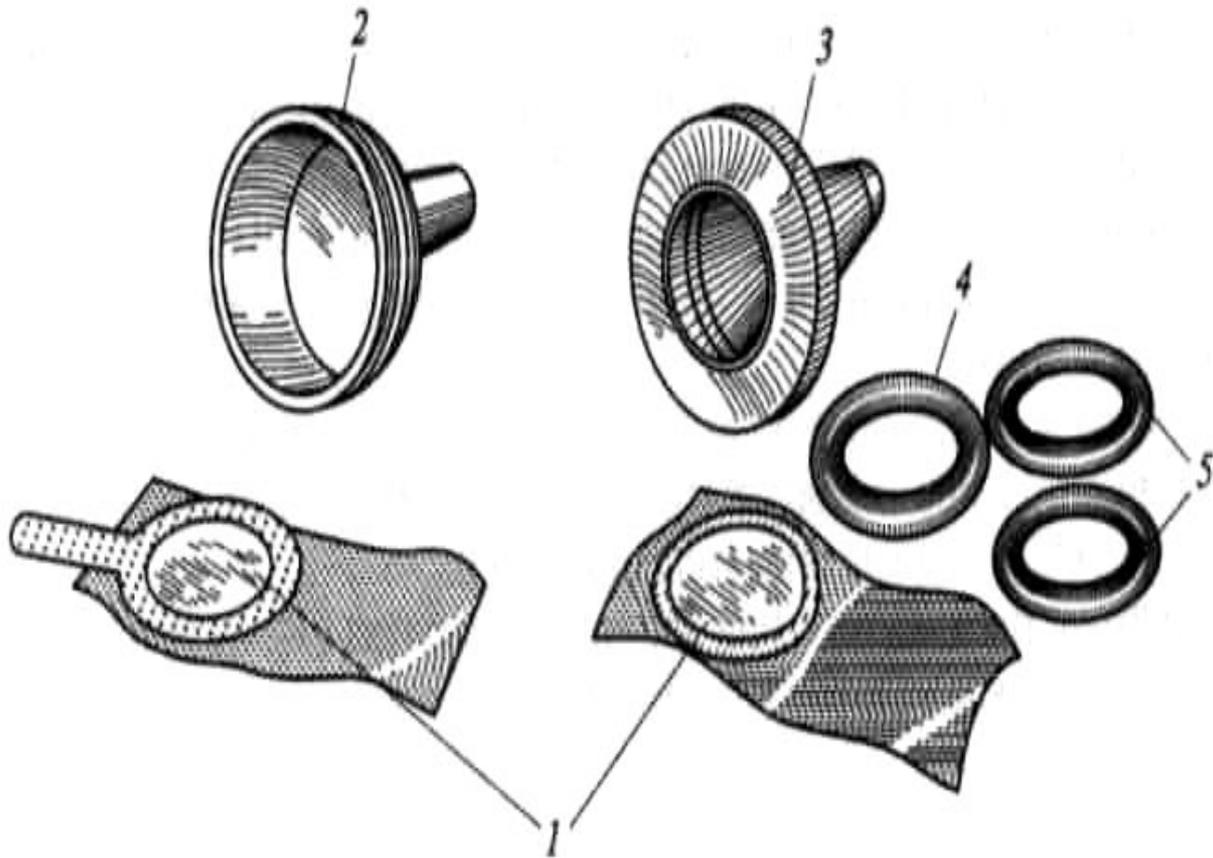
**11**

**12**

***Методология  
отбора проб  
воздуха для  
исследования***



**Электрический аспиратор  
для отбора проб воздуха**

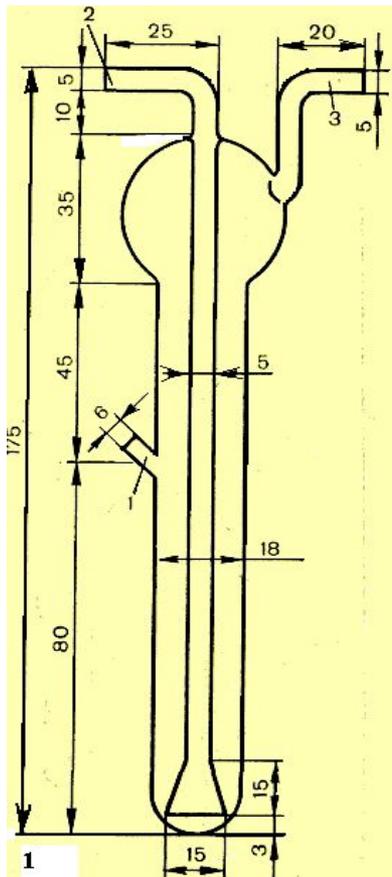


## ***Кассеты и аллонжи для отбора проб воздуха на фильтры***

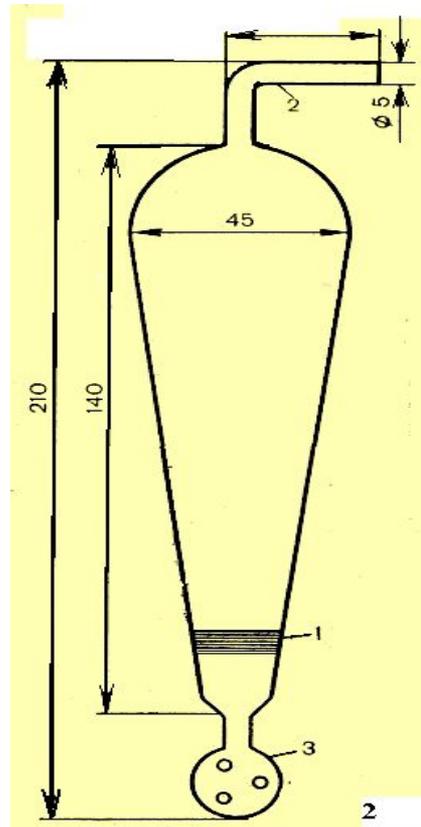
***1 — фильтры из ткани ФПП;***

***2 — пластмассовый аллонж с фильтром;***

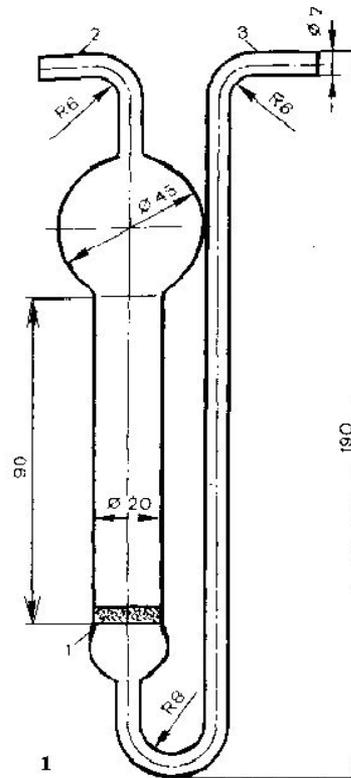
***3 — металлический аллонж; 4 — корпус кассеты; 5 — прокладки***



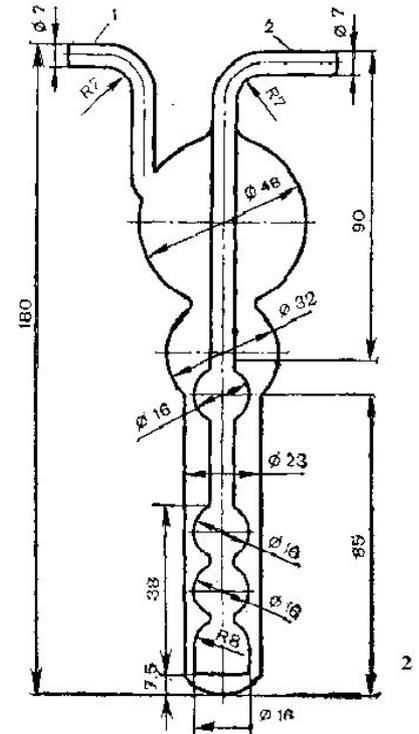
**Яворовской**



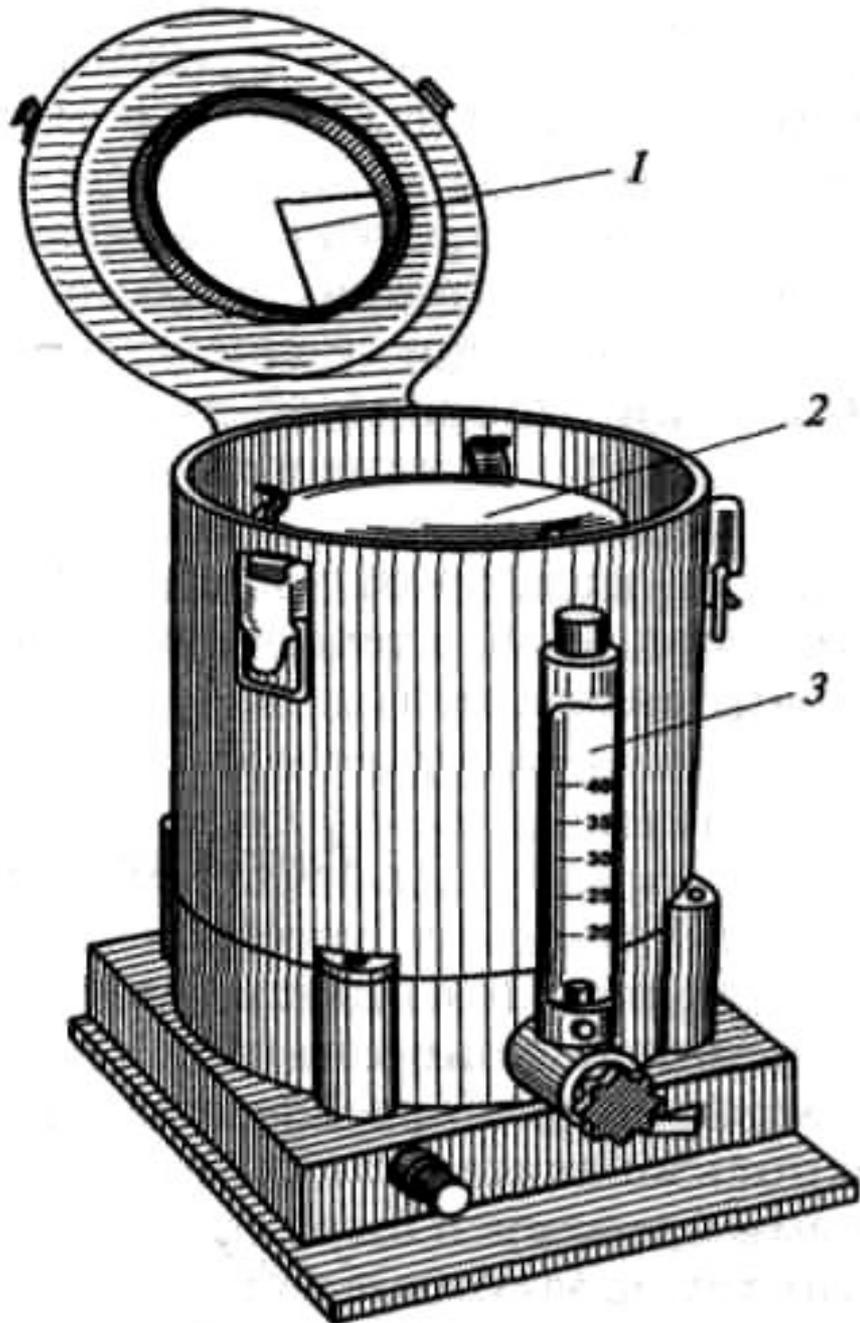
**С пористой  
пластинкой**



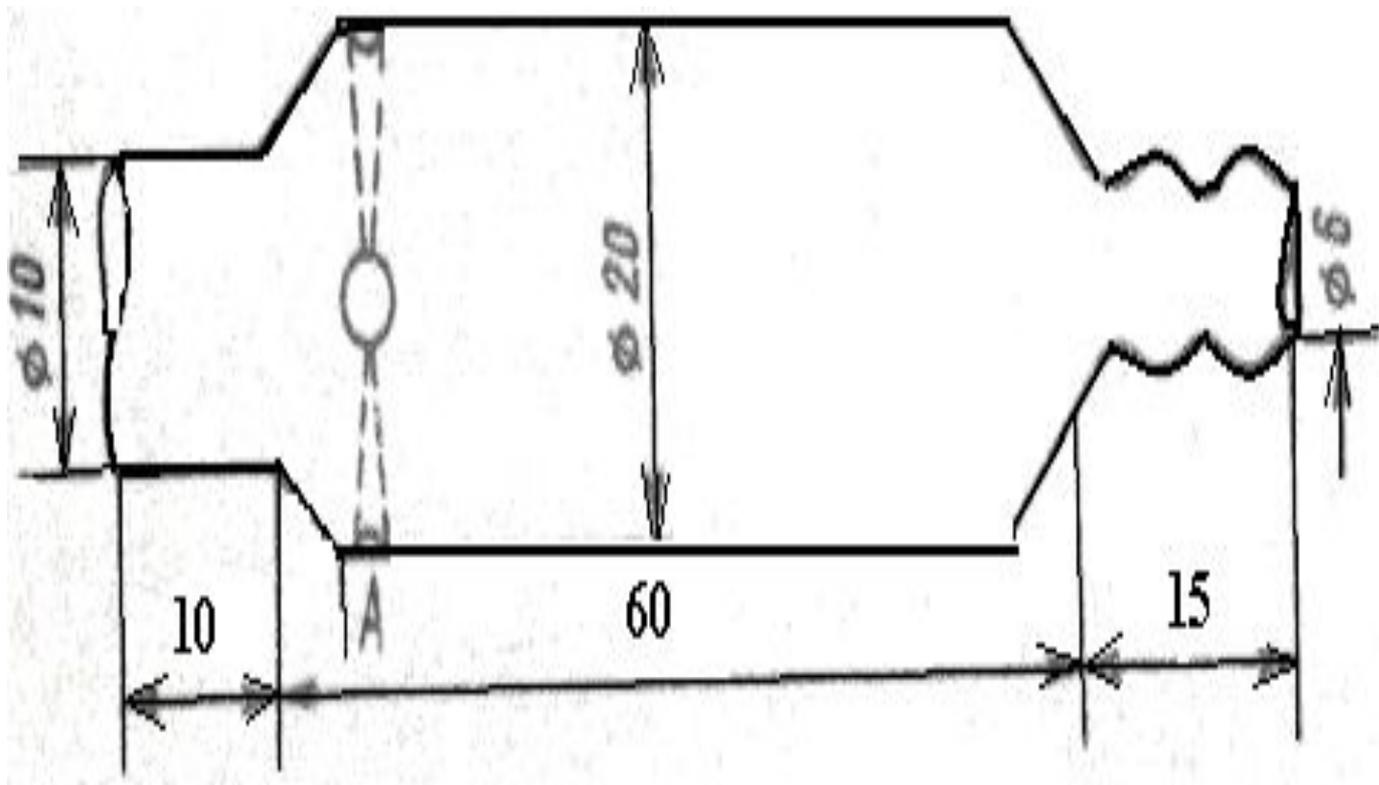
**Рыхтера**



**Поглотительный сосуды**



**Прибор Кротова для отбора проб воздуха с целью бактериологического исследования**  
**1 — клиновидная щель; 2 — вращающийся диск; 3 — реометр**



***Патрон с силикагелем***



***Универсальный  
газоанализатор  
УГ-2***



***Ручной насос –пробоотборник  
НП–3М***



***Газоанализатор двухдетекторный  
переносной Колион-1В-02***



***Анализатор размера частиц  
Saturn DigiSizer 5200***





***Методика  
расчетов и  
их примеры***

$$V_{20} = \frac{V_t \times 273 \times P}{(273 + t) \times 760} \text{ где}$$

$V_{20}$  - объем воздуха, приведенный к нормальным условиям, дм<sup>3</sup>;

$V_t$  - объём воздуха, отобранный для анализа, дм<sup>3</sup>;

**273** – температура абсолютного черного тела, °K (округленно, более точно - 273,16)

**P** - барометрическое давление, мм рт. ст.;

**t** - температура воздуха в месте отбора пробы, °C.

**Для первого рабочего места:**

$$V_{20} = \frac{140 \times 273 \times 750}{(273 + 10) \times 760} = \frac{28665000}{215080} = 133,28 \text{ дм}^3.$$

**Для второго рабочего места:**

$$V_{20} = \frac{140 \times 273 \times 740}{(273 + 26) \times 760} = \frac{28282800}{227240} \approx 124,46 \text{ дм}^3.$$

# ***Расчёт концентраций загрязнителей воздуха***

***Для первого рабочего места:***

**133,28 дм<sup>3</sup> – 8 мг**

**1000 дм<sup>3</sup> (1 м<sup>3</sup>) – х мг.**

**8000 мг : 133,28 дм<sup>3</sup> ≈ 60,02 мг/м<sup>3</sup>.**

***Для второго рабочего места:***

**124,46 дм<sup>3</sup> – 8 мг**

**1000 дм<sup>3</sup> (1 м<sup>3</sup>) – х мг.**

**8000 мг : 124,46 дм<sup>3</sup> ≈ 64,28 мг/м<sup>3</sup>.**

## Пример задачи № 1

Отобрана проба атмосферного воздуха для санитарно-химического анализа. Объем пробы – **160 дм<sup>3</sup>**. Барометрическое давление – **754 мм рт. ст.** Температура воздуха в период отбора пробы **28 °С**. Привести указанный объем воздуха к нормальным условиям.

### Решение.

Так как в условии задачи давление воздуха приведено в мм рт. ст., то для решения задачи используем формулу:

$$V_{20} = \frac{V_t \times 273 \times P}{(273+t) \times 760} \text{ где}$$

**V<sub>20</sub>** - объем воздуха, приведенный к нормальным условиям, дм<sup>3</sup>;

**V<sub>t</sub>** - объём воздуха, отобранный для анализа, дм<sup>3</sup>;

**273** – температура абсолютного черного тела, ° К;

**P** - барометрическое давление, мм рт. ст.;

**t** - температура воздуха в месте отбора пробы, °С.

Подставляем в формулу значения соответствующих показателей и находим искомый объем воздуха, приведенный к нормальным условиям (температура 20 °С, давление 760 мм рт. ст.):

$$V_{20} = \frac{160 \times 273 \times 754}{(273+28) \times 760} = \mathbf{110,76 \text{ дм}^3}.$$

## Пример задачи № 2

Рассчитать концентрацию пыли в атмосферном воздухе при следующих условиях:

- масса фильтра до отбора пробы **130,4 мг**;
- масса фильтра с пылью после отбора пробы **130,5 мг**;
- объём воздуха, отобранный для анализа и приведенный к стандартным условиям **40 дм<sup>3</sup>**.

**Решение.**

Для решения задачи используем формулу:

$$K_{\text{п}} = \frac{(m_{\text{п}} - m_0) \times 1000}{V_{20}}, \text{ где}$$

$K_{\text{п}}$  - концентрация пыли в воздухе в отдельной пробе, мг/м<sup>3</sup>;

$m_0$  - масса фильтра до отбора пробы, мг;

$m_{\text{п}}$  - масса фильтра с пылью после отбора пробы, мг;

**1000** – перевод дм в м<sup>3</sup>;

$V_{20}$  - объём воздуха, отобранный для анализа и приведенный к стандартным условиям, дм<sup>3</sup>.

Подставляем в приведенную формулу значения соответствующих показателей по условию задачи и получаем искомую концентрацию пыли в воздухе:

$$K_{\text{п}} = \frac{(130,5 - 130,4) \times 1000}{40} = 2,50 \text{ мг/м}^3.$$

## **Задача**

**С целью гигиенической оценки воздушного режима в учебных аудиториях Тихоокеанского государственного медицинского университета членами СНО кафедры гигиены проведено определение содержания в воздухе аудиторий двуокиси углерода ( $\text{CO}_2$ ) с помощью метода Д.В. Прохорова (шприцевого метода). При проведении исследований в одной из учебных аудиторий были получены следующие исходные данные для расчета содержания  $\text{CO}_2$  в воздухе:**

**для обесцвечивания окрашенного в фиолетовый цвет раствора на открытом воздухе понадобилось 26 порций воздуха в шприце;**

**для обесцвечивания окрашенного в фиолетовый цвет раствора при исследованиях в учебной аудитории понадобилось 7 порций воздуха в шприце.**

- 1. Рассчитать содержание  $\text{CO}_2$  в воздухе учебной аудитории.**
- 2. Объяснить сущность шприцевого метода определения  $\text{CO}_2$  в воздухе закрытых помещений.**
- 3. Дать физиолого-гигиеническую оценку полученному результату**

## Решение

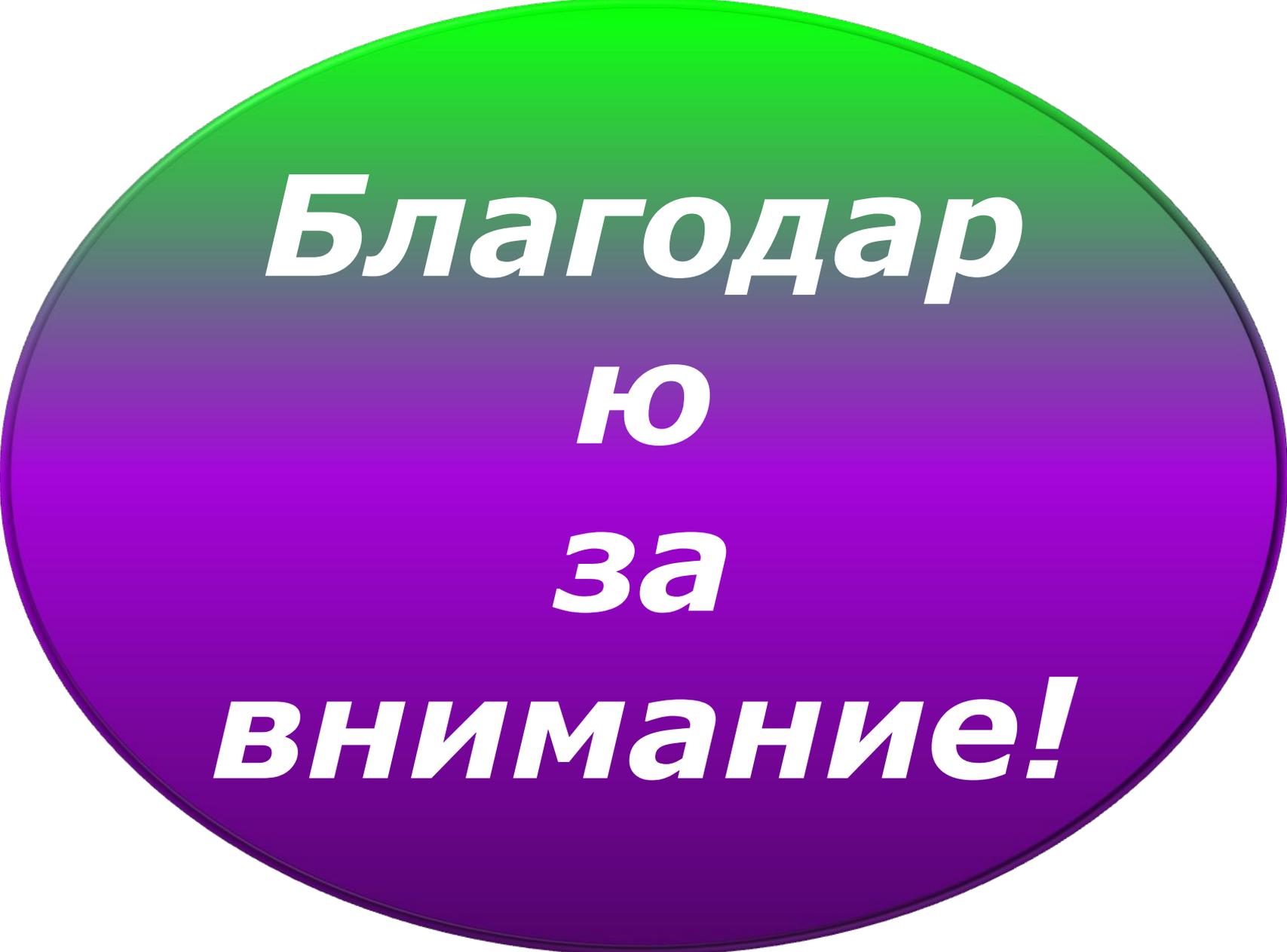
Сущность (принцип) шприцевого метода определения  $\text{CO}_2$  в воздухе закрытых помещений заключается в использовании модификации титрометрического метода аналитической химии, в которой вместо титрующего раствора используется газ, в данном случае содержащийся в воздухе  $\text{CO}_2$ .  $\text{CO}_2$  воздуха, имеющий кислую реакцию, нейтрализует щелочь, являющуюся титруемым раствором. О количестве  $\text{CO}_2$  в воздухе судят по времени контакта  $\text{CO}_2$ , необходимого для нейтрализации щелочи.

Для определения содержания  $\text{CO}_2$  с помощью данного метода готовят 0,1N раствор едкого натра ( $\text{NaOH}$ ), добавляют к нему несколько капель фенолфталеина, который в присутствии щелочей окрашивает раствор в розовый цвет. Сначала работу проводят в точке измерения содержания  $\text{CO}_2$  внутри помещения. В шприц объемом не менее 20 мл набирается 10 мл указанного раствора. После этого, в шприц набирается 10 мл воздуха в точке определения  $\text{CO}_2$ . Затем содержимое шприца энергично встряхивают в течение стандартного времени (10 с). Далее, воздух из шприца выкачивают поршнем и набирают новую порцию (10 мл) воздуха и встряхивают содержимое шприца. Указанную операцию повторяют до полного обесцвечивания раствора  $\text{NaOH}$ , фиксируя необходимое количество порций воздуха для нейтрализации щелочи.

**Затем необходимое количество порций воздуха для нейтрализации щелочи определяют на открытом воздухе, точно соблюдая все регламенты при работе внутри помещения.**

**В населенных местах содержание  $\text{CO}_2$  в воздухе составляет 0,04%. В условии задачи для нейтрализации щелочи на открытом воздухе понадобилось 18 порций воздуха, в помещении – 6 порций. Рассчитываем отношение количества порций на открытом воздухе к количеству порций в помещении:  $26 : 7 = 3,7$ . То есть, в помещении содержание  $\text{CO}_2$  в воздухе больше, чем на открытом воздухе именно в 3,7 раза. Для определения содержания  $\text{CO}_2$  в помещении, таким образом, необходимо умножить содержание  $\text{CO}_2$  на открытом воздухе на 3,7:  $0,04 \times 3,7 = 0,15\%$ . Допустимое содержание  $\text{CO}_2$  в воздухе учебных аудиторий 0,7%.**

**Таким образом, измеренное количество  $\text{CO}_2$  в воздухе учебной аудитории превышает гигиенический норматив, что может способствовать снижению умственной работоспособности студентов и преподавателей, их быстрому утомлению, снижению оперативной памяти, внимания, появлению преходящей головной боли и т. д. Необходимы рациональное устройство и эксплуатация вентиляции – естественной или искусственной.**



***Благодар  
ю  
за  
внимание!***