

## Дисциплина «Экология города»

### • Лекция 3. Защита атмосферного воздуха городов

#### Структура лекции:

- Федеральное законодательство и охрана атмосферного воздуха
- Нормирование качества атмосферного воздуха.
- Организация контроля состояния и загрязнения природной среды в городах
- Санитарно-защитные зоны
- Классификация систем и методов очистки газов

Современная практика охраны окружающей природной среды и воздушного бассейна, в частности, используя мировой опыт в этой области, включает следующие подходы: 1) разработку соответствующих законодательных актов; 2) организацию контроля состояния и загрязнения природной среды; 3) экологизацию технологических процессов; 4) очистку выбросных газов промышленных предприятий и объектов теплоэнергетики от вредных веществ; 5) организацию санитарно-защитных зон; 6) меры по снижению выхлопных газов автотранспорта и других видов транспорта; 7) государственный контроль за охраной атмосферного воздуха.

Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» (1989) определил систему мер по предотвращению и уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, имеющую целью защитить человека и ОПС от вредных воздействий, снизить ущерб, наносимый материальным ценностям. При этом ответственность за состояние атмосферного воздуха указанный закон возложил на органы государственной власти, руководителей субъектов федерации, органы местного самоуправления, юридические и физические лица.

К компетенции центральных органов власти РФ в области охраны атмосферного воздуха отнесены:

— формирование и проведение на территории России единой государственной политики в этой области;

— принятие федеральных законов и иных нормативных правовых актов и обеспечение их исполнения;

— разработка, принятие и обеспечение реализации федеральных и научно-технических программ, планирование других мероприятий, их финансирование и материально-техническое обеспечение;

— установление ограничений на выброс загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух для субъектов РФ по согласованию с органами государственной власти субъектов РФ в соответствии с международными обязательствами России;

— определение порядка государственного учета выбросов ЗВ;

— нормирование качества атмосферного воздуха;

— определение порядка разработки и утверждения технических нормативов выбросов ЗВ, а также видов объектов, для которых они разрабатываются;

— определение порядка разработки и утверждения предельно допустимых и временно согласованных выбросов ЗВ;

— определение порядка выдачи специальных разрешений (лицензий) на выбросы ЗВ;

— установление порядка определения и взимания платы за выбросы ЗВ от стационарных и передвижных источников;

— осуществление государственного контроля за охраной атмосферного воздуха;

— осуществление мероприятий по защите населения при изменении состояния атмосферного воздуха, представляющем угрозу для здоровья людей на территории более одного субъекта РФ;

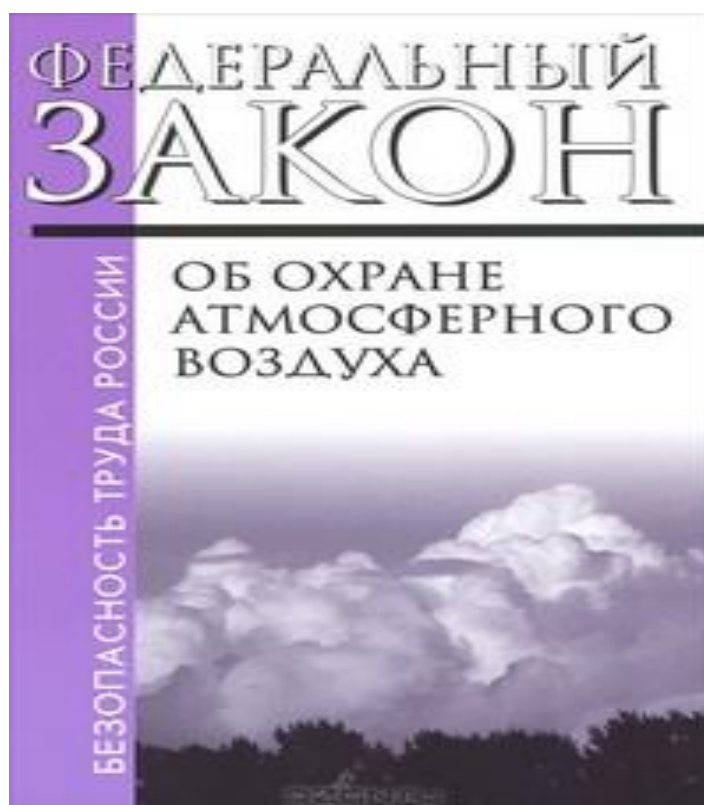
— установление порядка ограничения, приостановления и прекращения деятельности объектов, которые загрязняют атмосферный воздух;

— установление порядка функционирования федеральной системы мониторинга состояния атмосферного воздуха. К компетенции субъектов РФ и муниципальных образований относятся реализация государственной политики в области охраны атмосферного воздуха на своей территории, принятие в соответствии с федеральными законами нормативных правовых актов и обеспечение их выполнения.

Минприроды России осуществляет свою деятельность в области охраны атмосферного воздуха совместно с Министерством здравоохранения и социального развития РФ (Минздравсоцразвития), Федеральной службой России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), другими федеральными органами исполнительной власти в пределах их компетенции.

Минприроды РФ, его территориальные органы должны разрабатывать федеральные целевые программы, программы субъектов федерации, а также местные программы охраны атмосферного воздуха. При этом учитываются мероприятия по снижению выбросов, данные мониторинга воздуха, результаты контроля выбросов ЗВ и т. п.

Юридические и физические лица, виновные в нарушении законодательства в области защиты атмосферного воздуха, которое повлекло за собой тяжелые прямые или косвенные последствия для здоровья населения или ОПС, могут быть привлечены к ответственности, вплоть до уголовной, в соответствии с Уголовным кодексом РФ.



### **Нормирование качества атмосферного воздуха**

Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) рекомендовано различать четыре уровня опасности загрязнения воздуха для человека: отсутствие влияния, раздражение, хронические заболевания и острые заболевания. В России применяются 3 вида допустимых уровней загрязнения воздуха: предельно допустимые концентрации для рабочих зон (ПДК), ПДК максимально-разовые для населенных мест (ПДкр) и ПДК среднесуточные для населенных мест (ПДсс). ПДкр применяются только на производствах для разработки средств индивидуальной защиты работающих, вентиляционных систем и газоочистных установок и, как правило, не учитываются при решении экологических вопросов. Нормативным для жилой зоны считается уровень загрязнения, при котором не происходит превышения ПДкр более чем на 20 минут в сутки. В местах организованного отдыха населения, на территории размещения лечебно-профилактических

учреждений стационарного типа, в санаторно-курортных зонах должны соблюдаться более жесткие нормативы — 0,8 ПДК.



Рисунок 1. ПДК атмосферы городов и рабочей зоны

Спектр промышленных выбросов чрезвычайно разнообразен. Ежегодно появляются новые ингредиенты выбросов за счет изменения и появления новых промышленных технологий. В результате постоянно выявляются выбросы с недостаточно полно изученными особенностями воздействия на организм человека. Для таких веществ на начальном этапе до разработки нормативов ПДК временно устанавливаются ориентировочно допустимые уровни воздействия (ОДУВ). Установление нормативов ПДК (ОДУВ) является прерогативой Минздравсоцразвития России.

Для оценки влияния загрязнения атмосферы на состояние зеленых насаждений в последние годы разработаны ПДК фитотоксичные (ПДКфт). Они имеют аналогичную структуру нормирования, однако их применение затруднено в связи с многообразием видов растений и их физиологическими различиями (например, травянистые, кустарники, деревья — лиственные или

хвойные и т. д.), влияющими на устойчивость того или иного вида по отношению к различным загрязнителям.

ПДК содержания некоторых веществ в атмосферном воздухе населенных мест приведены в табл.1.

Таблица 1.

Предельно-допустимые концентрации веществ в атмосферном воздухе населенных мест

Наименование вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>		Класс опасности вещества
	Максимальная разовая	Средняя суточная	
Азота диоксид	0.085	0,04	2
Серы диоксид	0,5	0,005	3
Оксид углерода	5,0	3.0	4
Пыль (взвешенные вещества)	0,5	0,15	3
Аммиак	0,2	0,04	4
Кислота серная	0,3	0,1	2
Ртуть металлическая	-	0,0003	1

Нормирование выбросов и контроль за уровнем загрязнения атмосферного воздуха производится в России территориальными органами Госсанэпиднадзора и Департамента природных ресурсов и природопользования РФ. Этими организациями согласовываются размеры выбросов ЗВ от источников предприятий, выдается разрешение на выброс и производится контроль за соблюдением ПДК веществ, выбрасываемых предприятиями на границах их санитарно-защитных зон.

Для характеристики уровня загрязнения атмосферы той или иной территории за продолжительный период времени используются фоновая концентрация отдельных и обобщенный показатель — индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), рассчитываемый как сумма значений концентраций ведущих загрязнителей (как правило — 5 веществ, ИЗА<sub>5</sub>), нормированных на значения их ПДК. По ИЗА<sub>5</sub> уровень загрязнения считается нормальным, если ИЗА<sub>5</sub> < 5, повышенным — от 5 до 6, высоким — от 7 до 13 и чрезвычайно

высоким при значении  $ИЗА_5 > 13$ . Большинство городов — промышленных центров России имеют высокий и очень высокий уровень загрязнения атмосферы.

### **Организация контроля состояния и загрязнения природной среды в городах.**

В России организацией контроля состояния и загрязнения природной среды занимается Росгидромет. Одно из его подразделений — Государственная служба наблюдений и контроля за уровнем загрязнения воздушной среды условно разделяется на 3 крупных подсистемы:

1-я — подсистема контроля в зонах интенсивного воздействия: зоны городов и промышленных районов (контроль атмосферы); устья рек, озера и водохранилища в промышленных районах, особенно места сброса сточных вод (контроль поверхностных вод); районы животноводческих ферм и городов с коммунальными стоками (контроль поверхностных вод); районы больших городов, автомагистралей и сельхозугодий с интенсивным применением ядохимикатов (контроль почв);

2-я — подсистема контроля загрязнений на региональном уровне — в атмосфере небольших городов и районов, примыкающих к зонам интенсивной работы промышленности; изменения загрязнений в большом числе мест на реках, озерах, морях, в почвах хозяйственного освоения. Сюда может быть отнесен и мониторинг распространения примесей на большие расстояния (трансграничный перенос);

3-я — подсистема контроля загрязнений на фоновом уровне (в зонах, удаленных от любых локальных источников).

Все средства экологического контроля, с точки зрения используемых методов исследования, можно разделить на дистанционные и наземные.

*Дистанционные методы* исследования осуществляются посредством зондирующих полей (электромагнитных, акустических, гравитационных) и переноса полученной информации к датчику. Таким образом, дистанционные

методы базируются на физических методах исследования, используемых в авиационном и космическом мониторинге, а также для слежения за средой в труднодоступных местах Земли.

Дальнейшее развитие познаний атмосферных процессов связано с развитием дистанционных неконтактных методов контроля, позволяющих получать пространственную и временную информацию об изменении температуры, влажности, загрязнений, скорости и направлении ветра. В связи с этим разрабатываются акустические, радиоакустические, радиолокационные методы.



Рисунок 2. Дистанционные методы наблюдения

**Наземные методы.** Основным компонентом в системе метеорологических наблюдений является метеорологическая станция. Она предназначена для регулярных наблюдений за состоянием атмосферы, которые включают измерения температуры, давления и влажности воздуха, скорости и направлении ветра, определения других характеристик состояния атмосферы (облачность, осадки, видимость, солнечная радиация), определение начала, окончания и интенсивности атмосферных явлений. Существующие наблюдения ведутся по стандартной программе и используются для составления прогнозов погоды, изучения климата и его изменений, предупреждения о неблагоприятных метеорологических явлениях. При этом



различают метеостанции наземные, дрейфующие, устанавливаемые на судах, на бучах в открытом море.



Рисунок 3. Стационарный наблюдательный пост



Рисунок 4. станция наблюдения за состоянием городского воздуха

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха и метеопараметрами на стационарных постах проводятся круглогодично по четырем программам: *полной* (ежедневно в 1, 7, 13 и 19 ч. по местному декретному времени с получением информации о разовых и среднесуточных концентрациях), *неполной* (информация о концентрации вредных веществ в 1, 13 и 19 ч.), *сокращенной* (в 7 и 13 ч.) при температуре воздуха ниже  $-45^{\circ}\text{C}$ , а также по суточной программе (непрерывный отбор воздуха с получением информации о среднесуточной концентрации вредных веществ).

### Иерархия законодательной базы по ведению экологического мониторинга

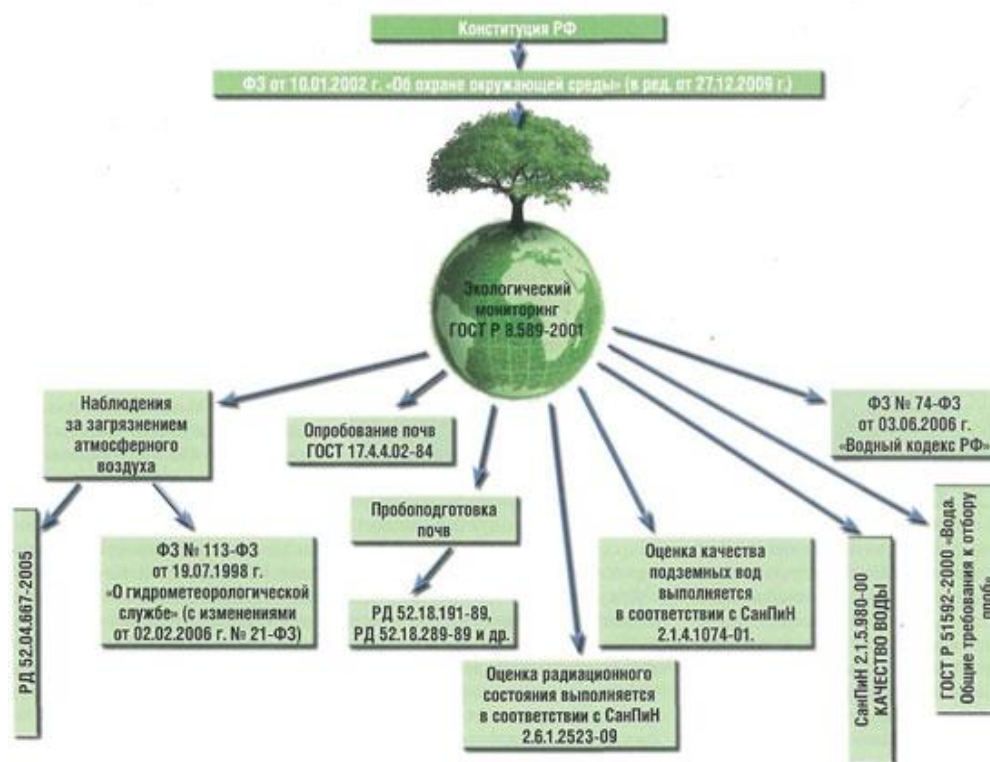


Рисунок 5. Иерархия законодательной базы по ведению экологического мониторинга

### Санитарно-защитные зоны

Исходя из Санитарных норм и правил 2.2.1/2.1.1.12-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов», любые объекты, которые являются источниками выбросов в окружающую среду вредных веществ, а также источниками шума, вибрации, ультразвука, электромагнитных волн, радиочастот, статического электричества, необходимо в обязательном порядке отделять от жилой застройки санитарно-защитными зонами (СЗЗ). Поэтому СЗЗ стали ныне обязательными составными компонентами промышленного предприятия или иного объекта, являющихся источниками химического, биологического или физического воздействия на ОПС и здоровье человека.

СЗЗ — это зона пространства и растительности, специально выделенная между промышленным предприятием и районом проживания населения. Обеспечивая пространство для безопасного рассеивания вредных

выбросов, она должна быть надлежащим образом озеленена и удовлетворять специальным гигиеническим требованиям.

В зависимости от концентрации объектов на данной территории, их мощности, условий эксплуатации, характера и количества выбрасываемых в атмосферу токсических веществ и т. п. для предприятий, производств и иных объектов установлены следующие минимальные размеры СЗЗ: предприятия 1-го класса опасности — 1000 м; 2-го — 500 м; 3-го — 300 м; 4-го — 100 м; 5-го — 50 м.



Рисунок 6. Границы санитарно-защитной зоны предприятия.

### **Классификация систем и методов очистки газов**

Системы и методы очистки от вредных выбросов в атмосферу представлены на рис. 7.

Основным направлением охраны атмосферного воздуха, от вредных выбросов должна быть разработка малоотходных и безотходных технологических процессов. Однако в настоящее время наиболее распространенным и технически достижимым решением указанной проблемы является разработка эффективных систем очистки, улавливания и переработки газообразных, жидких и твердых примесей.



Рисунок 7. Системы и методы очистки вредных выбросов в атмосферу

### ***Улавливание промышленных пылей.***

Улавливание промышленных пылей. В зависимости от механизма образования промышленные пыли подразделяют на следующие 4 класса: механическая пыль — образуется в результате измельчения продукта в ходе технологического процесса; возгоны — образуются в результате объемной конденсации паров веществ при охлаждении газа, пропускаемого через технологический аппарат; летучая зола — содержащийся в дымовом газе во взвешенном состоянии несгораемый остаток топлива, образуется из его минеральных примесей при горении; промышленная сажа — входящий в состав промышленного выброса твердый высокодисперсный углерод, образуется при неполном сгорании или термическом разложении углеводородов.

Основной параметр, характеризующий взвешенные частицы, — это их размер, который колеблется в широких пределах — от 0,1 до 850 мкм; наиболее опасны для человека частицы от 0,5 до 5 мкм.

Аппараты обеспыливания газов можно разбить на 4 группы: 1) *сухие пылеуловители* — механические устройства, в которых пыль отделяется под

действием сил тяжести, инерции или центробежной силы; 2) *мокрые*, или *гидравлические аппараты*, в которых твердые частицы улавливаются жидкостью; 3) *пористые фильтры*, на которых оседают мельчайшие частицы пыли; 4) *электрофильтры*, в которых частицы осаждаются за счет электрической ионизации газа и содержащихся в них пылинок.

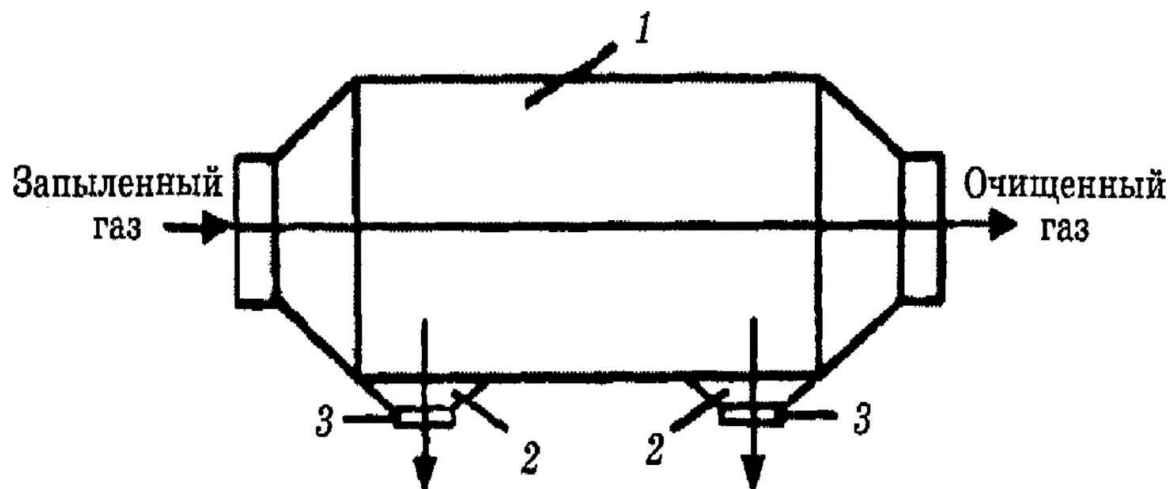


Рисунок 8. Полая пылеосадительная камера: 1 - корпус; 2 - бункер; 3 - штуцер для удаления пыли

*Сухие пылеуловители.* К этим устройствам относятся осадительные камеры (рис.8), инерционные пылеуловители, циклоны. Пожалуй, это самые распространенные в условиях города аппараты.

#### ***Улавливание туманов.***

С целью очистки воздуха и технологических газов, в т. ч. отходящих в атмосферу, от туманов, кислот, щелочей, масел и других жидкостей применяются *волокнистые фильтры* (рис. 9). В качестве материала фильтрующего элемента используется войлок, лавсан, полипропилен и другие материалы толщиной 5— 15 см. Эффективность туманоуловителей для размеров частиц менее 3 мкм может достигать 0,99.

Для улавливания кислотных туманов применяются также сухие электрофильтры.



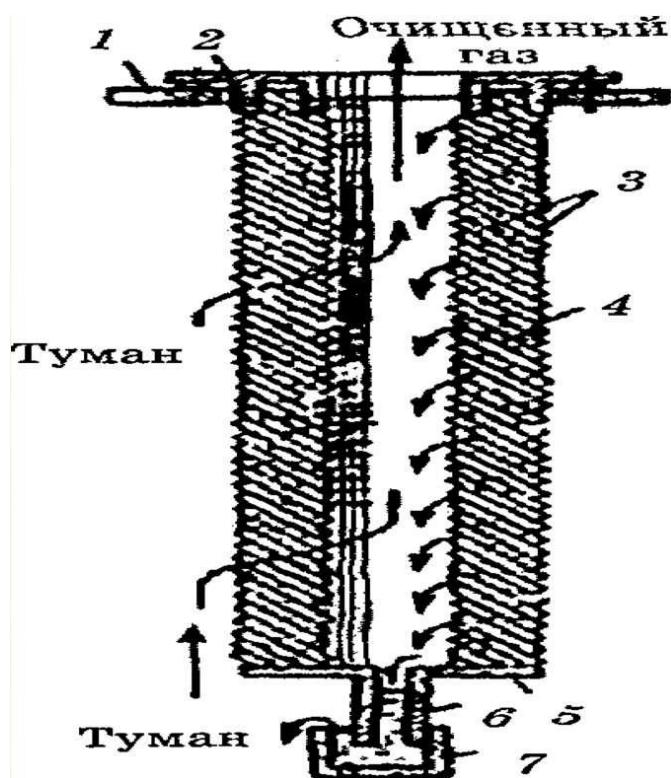


Рисунок 9. Туманоуловитель

*Очистка выбросов от токсичных газо- и парообразных примесей.* С этой целью разработаны три основные группы методов очистки: 1) промывка выбросов жидкими поглотителями содержащейся в них примеси (абсорбционный метод); 2) поглощение газообразных примесей твердыми телами с ультрамикроскопической структурой (адсорбционный метод) и 3) обезвреживание примесей путем каталитического превращения в менее опасные вещества (каталитический метод).

*Биологические (биохимические) методы очистки газов* основаны на способности микроорганизмов разрушать практически любые соединения как природного, так и искусственного происхождения. При фильтрации загрязненных дымовых газов через носитель биомассы, предварительно пропитанный на воздухе питательным раствором для развития микроорганизмов, улавливаются газообразные органические вещества. Последние далее разлагаются под воздействием ферментов (катализаторов природного происхождения), вырабатываемых микроорганизмами. Частично эти вещества расходуются на прирост биомассы, а частично окисляются до

$\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ; выделяющаяся при этом энергия обеспечивает жизнедеятельность микроорганизмов.

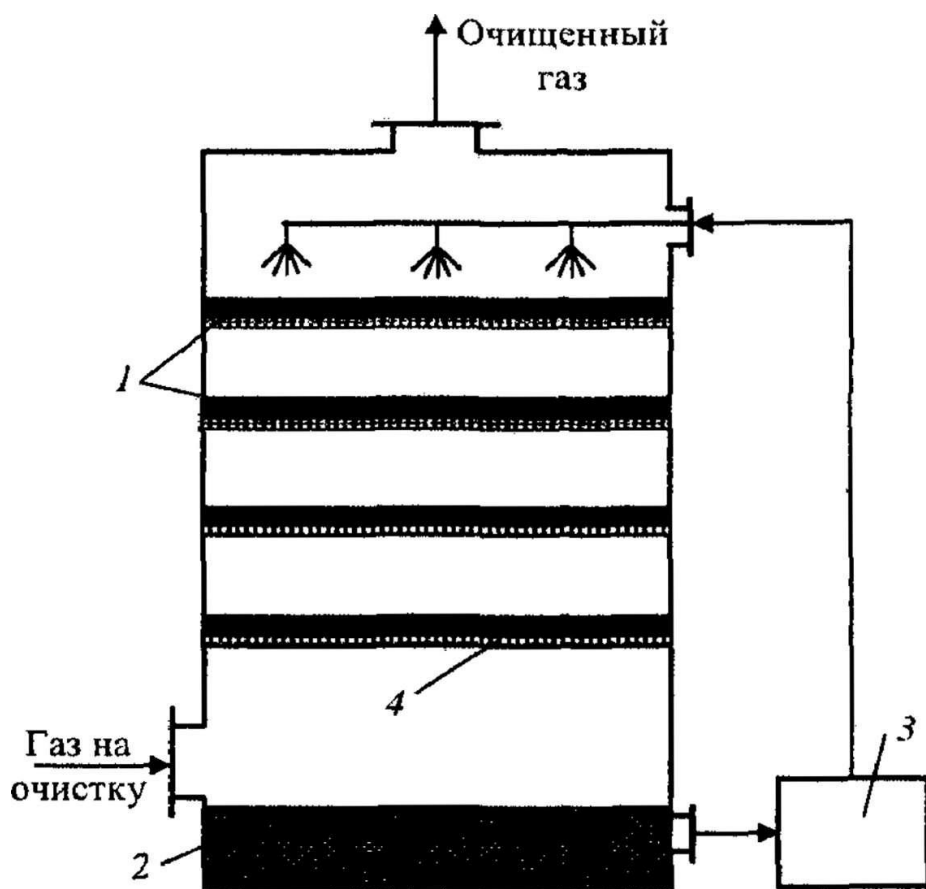


Рисунок 10. Схема биофильтра: 1-носители биомассы; 2-питательный раствор; 3-насос; 4-решетка.