



Московский государственный университет путей сообщения

ЭКОЛОГИЯ ГОРОДА

Сухов Ф.И.

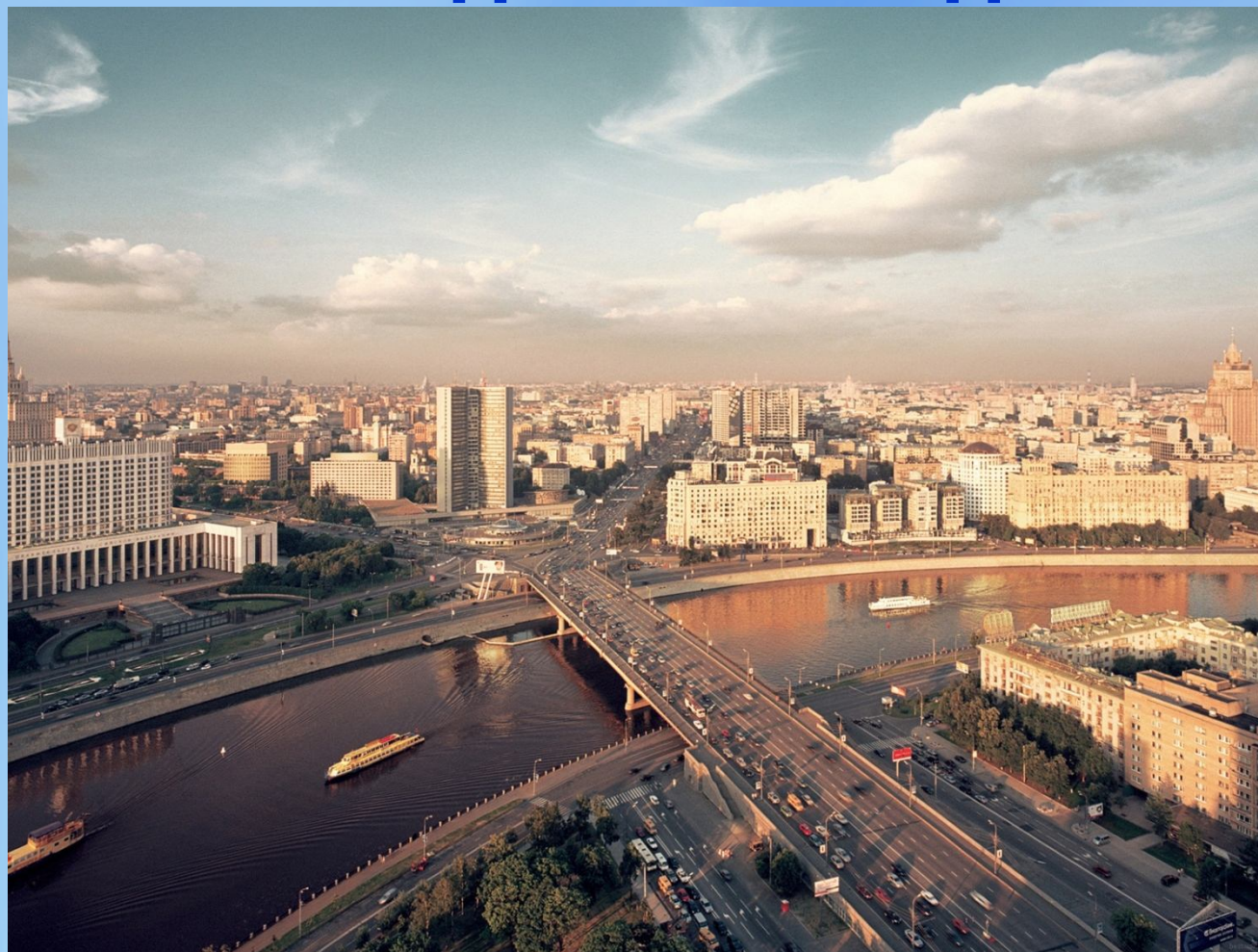
Доцент кафедры «Химия и инженерная экология»

Москва –
2012-2015



ЛЕКЦИЯ 1

«ВВЕДЕНИЕ В ПРЕДМЕТ»





Экология города, иногда называемая антропоэкологией, — исследование действий людей (горожан) и сравнение возникающих в ходе этих действий оценок людьми тех или иных участков территории города и окружающего город пространства с объективно регистрируемым набором свойств этих участков (Н. Ф. Реймерс, 1990 г.). Практически экология города является ветвью социальной экологии.



Урбанизация

Ученые считают, что первые города возникли около 3000 лет назад на берегах Тигра и Евфрата, а позднее — Нила. Их появление было связано с необходимостью защиты людей от врагов, а также с развитием ремесел и торговли. Поэтому в течение долгого времени древние города представляли собой военные укрепления, расположенные в стратегических пунктах, часто на берегах рек и морей.



Урбанизация (от лат. urbanus — городской) - процесс увеличения численности городских поселений, приводящий к росту и развитию городов, получил название.

Урбанизация природы (И. И. Дедю, 1989 г.) — превращение естественных ландшафтов в искусственные под влиянием городской застройки. Процесс урбанизации неизбежно сопровождается почти полным изъятием данной территории из той, что ранее была занята естественными экосистемами.



На территории России все населенные пункты подразделяются на две категории: города и поселки городского типа; сельские населенные пункты. Для признания населенного пункта **городом** **требуется** 2 условия:

- 1) численность населения, постоянно проживающего в данном населенном пункте, не менее 10—12 тыс. человек;
- 2) социальный состав — не менее 85 % проживающих должны составлять рабочие и служащие. В иных случаях населенный пункт признается сельским (если большинство его жителей занимается сельским хозяйством), либо рабочим поселком (если большинство его жителей заняты в промышленности или на транспорте), дачным поселком (если большинство его жителей используют данный пункт в качестве базы для отдыха) или курортным поселком (если не менее половины его жителей являются приезжающими для отдыха или лечения).

Таблица В1

**Категории городов и поселков
в зависимости от численности населения**

Группы	Города с населением, тыс. человек	Поселки с населением, тыс. человек
Крупнейшие	Более 1000	—
Очень крупные	500–1000	—
Крупные	250–500	Более 10
Большие	100–250	5–10
Средние	50–100	3–5
Малые	до 50	до 3



В настоящее время город перерос в **городскую агломерацию** — пространственно и функционально единую группировку поселений городского типа, составляющая общую социально-экономическую и экологическую систему. Агломерация в пределах страны или региона характеризуется функциональными связями, сформировавшимися в результате производственной деятельности и производственных отношений. При этом различают **конурбацию** и **мегалополис**.



Конурбация — группа близко расположенных и экономически связанных между собой городов. Примерами конурбаций являются Большой Лондон, Большая Москва и т. п.

В наиболее развитых странах в результате разрастание городских агломераций появились гиперурбанизированные районы — мегалополисы.

Мегалополис — очень крупная городская агломерация, включающая многочисленные жилые поселения, т. е. функциональное соединение ряда городских агломераций. Численность населения мегалополиса значительно превышает 1 млн человек.

Урбанизация — объективный процесс, обусловленный потребностями общества, производства, характером общественного строя. Однако рост городского населения, особенно в последние десятилетия, оказался настолько стремительным, что окружающая среда (ОС) многих городов мира



уже не в состоянии удовлетворить многие биологические и социальные потребности современного человека. Крупный город изменяет почти все компоненты природной среды — атмосферу, растительность, почву, рельеф, гидрографическую сеть, подземные воды, грунты и даже климат.



Урбоэкосистема (городская экосистема) — пространственно ограниченная природно-техногенная система, сложный комплекс взаимосвязанных обменом вещества и энергии автономных живых организмов, абиотических элементов, природных и техногенных, создающих городскую среду жизни человека, отвечающую его биологическим, психологическим, этническим, трудовым, экономическим и социальным потребностям (Э. А. Лихачева и др., 1996 г.).

Н. Ф. Реймерс (1990) подчеркивает при этом, что урбоэкосистемы — «неустойчивая природно-антропогенная система, состоящая из архитектурно-строительных объектов и резко нарушенных естественных экосистем». И если первые обеспечивают в той или иной степени комфорт жизни современного горожанина, то вторые, напротив, снижают ее качество.



Городская экосистема состоит из взаимосвязанных и взаимопроникающих подсистем (сред): **квазиприродной** (преобразованной географической среды), **ландшафтно-архитектурной, социально-экономической, общественно-производственной**. Связь между ними столь велика, что практически ни одна из них в отдельности не может выполнять свои функции, и в то же время отсутствие одной из подсистем влечет разрушение урбоэкосистемы в целом.



Среда, окружающая горожанина в этих условиях, — это совокупность абиотической и социальной сред, совместно и непосредственно оказывающих влияние на людей и их хозяйство. Одновременно ее можно делить на собственно природную среду и преобразованную человеком природную среду (антропогенные ландшафты вплоть до искусственного окружения людей — здания, асфальт дорог, искусственное освещение и т. д., т. е. до искусственной среды). В целом же среда городская и населенных пунктов городского типа — это часть техносферы, т. е. биосферы, коренным образом преобразованной человеком в технические и техногенные объекты.

На городских территориях, в урбоэкосистемах, можно выделить группу систем, отражающую всю сложность взаимодействия зданий и сооружений с ОС, которые называют *природно-техническими системами* (рис. В1). Они теснейшим образом связаны с антропогенными ландшафтами, с их геологическим строением и рельефом.

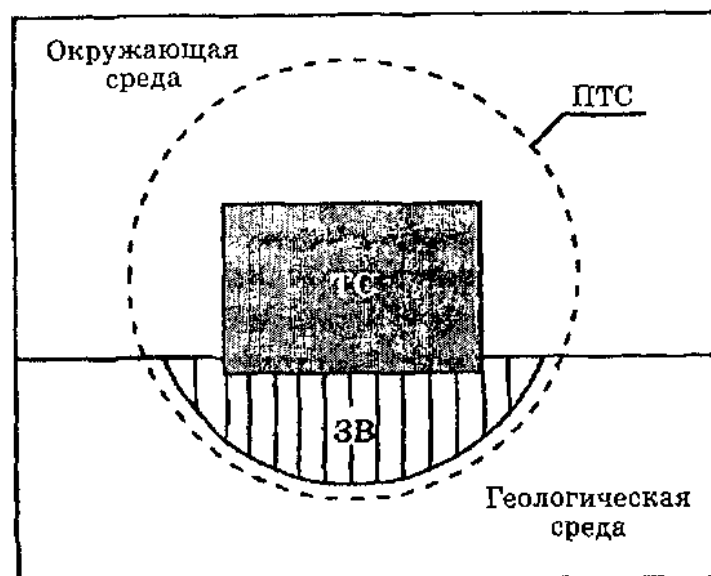


Рис. В1. Взаимодействие технической системы с внешними средами:
 ТС — техническая система; ПТС — природно-техническая система;
 ЗВ — зона воздействия (влияния) технической системы на геологическую среду (В. А. Королев, 1995 г.)



Урбоэкосистемы — это средоточие населения, жилых и промышленных зданий и сооружений. Их существование зависит от энергии горючих ископаемых и атомноэнергетического сырья, искусственно регулируется и поддерживается человеком. Среда урбоэкосистем, как ее географическая, так и геологическая части, наиболее сильно изменена и по сути дела стала искусственной. Здесь возникают и решаются проблемы утилизации и реутилизации вовлекаемых в оборот природных ресурсов, загрязнения и очистки ОС, здесь происходит и усиливается изоляция хозяйственно-производственных циклов от природного обмена веществ (биогеохимических циклов) и потока энергии в природных экосистемах. И, наконец, именно здесь наибольшая плотность населения и искусственная среда, которые угрожают не только здоровью человека, но и выживанию всего человечества. Здоровье человека — индикатор качества этой среды (В. И. Коробкин, Л. В. Передельский, 2000 г.).



При выделении городов среди прочих населенных пунктов имеются определенные трудности. С формальных позиций главным критерием является численность населения. Так, в Дании, если населенный пункт содержит более 250 человек, он считается городом. У нас, в России, нижний предел для города составляет 12 тыс. человек. ООН предлагает считать городами поселения с 20 тыс. жителей или больше. Между тем часто городами называют и поселения с существенно меньшим числом жителей. Это связано, как правило, с необходимостью сохранения исторического статуса, памяти о городе.



Ландшафт антропогенный — ландшафт, преобразованный хозяйственной деятельностью человека настолько, что изменена связь природных (экологических) компонентов в степени, ведущей к сложению нового по сравнению с ранее существовавшим на этом месте природным комплексом.

В отличие от естественных ландшафтов, где природные процессы саморегулируются, развитие антропогенных ландшафтов контролируется и направляется человеком.

Основными элементами и факторами, образующими структуру ландшафтов в городе, становится улично-дорожная сеть и инженерные коммуникации. Они определяют как направленность, так и интенсивность основных потоков вещества и энергии. В предельном случае они забирают полностью все функции транзита веществ, энергии и информации.



По степени урбанизированности ландшафт города группируют следующим образом:

- типично городские ландшафты (обычно это центральные районы крупных городов);
- городские ландшафты с включением элементов природы;
- природные ландшафты с включением искусственно созданных элементов;
- природные ландшафты.



В зависимости от экологической и функциональной структуры города выделяют восемь видов ландшафтов:

- 1) урбанизированные — определяют основные черты лица города; состоят из жилой застройки, промышленных территорий, транспортных коммуникаций, зеленых массивов, значительная часть которых приобрела облик садово-парковых ландшафтов;
- 2) индустриальные — промышленные образования с выраженным силуэтом, занимающие значительные территории;
- 3) коммуникационные ленточные — антропогенные образования, представленные не только лентой железной или автодороги, но и прилегающими к ним придорожными полосами;



- 4) девастированные — появляются как результат горнодобывающей и другой хозяйственной деятельности, ведущей к снятию растительного покрова, почвы и образованию карьеров с оголенной горной породой; они подлежат плановой рекультивации с дальнейшим использованием земель для лесного и сельского хозяйства или создания рекреационных объектов;
- 5) агрокультурные — ландшафты сельских поселений (пригородные деревни, села, хутора), производственных зон совхозов и колхозов, фермерских хозяйств, пашен, лугов, садов;
- 6) лесохозяйственные — природные лесохозяйственные угодья, чаще приобретающие облик рекреационных;
- 7) гидроморфные — водные пространства, имеющие разное функциональное назначение;
- 8) рекреационные — относительно новый тип ландшафтов для отдыха городского населения.



В создании того или иного города принимают участие различные факторы. Те из них, которые являются основными в этом процессе и непосредственно влияют на его рост, называют градообразующими факторами. Соответственно, предприятия, которые явились причиной возникновения города и значение которых выходит за его пределы, называют градообразующими предприятиями. К ним относят промышленные предприятия (заводы, фабрики, электростанции), крупные транспортные узлы, морские вокзалы и аэропорты, правительственные и научные учреждения, санатории, дома отдыха и др. Учреждения и предприятия культурно-бытового обслуживания, работающие на градообразующую группу предприятий, называют обслуживающими. Это могут быть музеи, магазины, средние учебные заведения, предприятия местной легкой промышленности и т. д.



Структура планировки современных городов сложна и многообразна. Но в ней выделяют следующие функциональные зоны: центральную, промышленную, жилую, санитарно-защитную, внешнего транспорта, коммунально-складскую, зону отдыха.

Центральная зона города. Она включает кроме исторического ядра (например, Кремля в Москве) ближайшую к нему застроенную территорию. С момента своего создания эта зона существенно трансформировалась, расширилась, но в значительной мере еще сохраняет старую планировку и исторически ценные здания. К центральной зоне, например Москвы, может быть отнесены центральная планировочная зона, ориентировочно в границах окружной железной дороги с примыкающими территориями. Центральная зона С.-Петербурга до Обводного канала, включая Васильевский остров, Петроградскую сторону.

Промышленная зона предназначается для размещения промышленных предприятий и связанных с ними объектов. Очевидно, что эта зона является основным источником загрязнения окружающей среды.

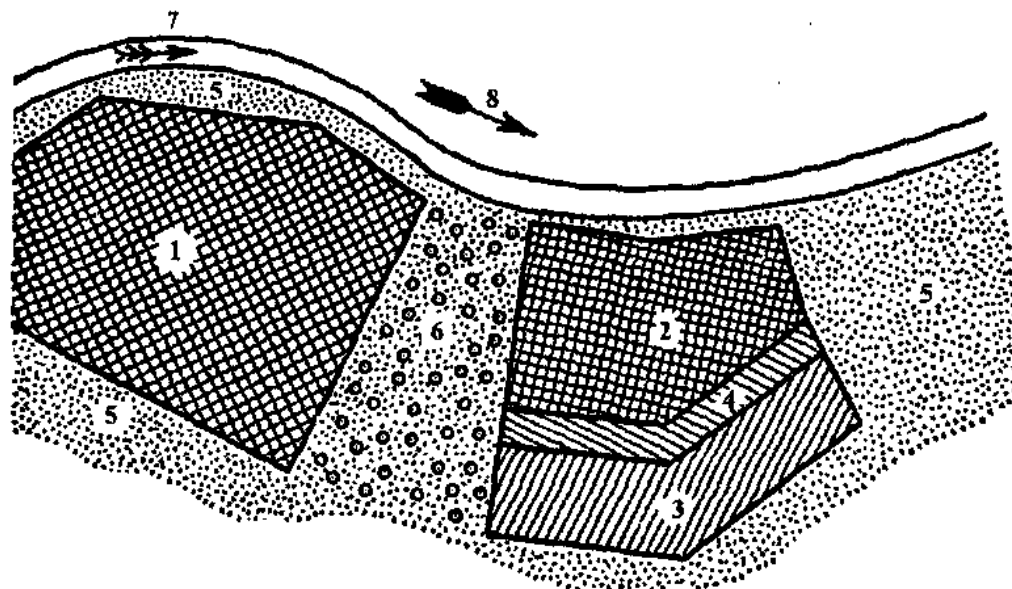


Рис. В2. Пример взаимного расположения основных функциональных зон города: 1 — селитебная территория; 2 — промышленная зона; 3 — складская зона; 4 — зона внешнего транспорта; 5 — зеленая зона; 6 — санитарно-защитная зона; 7 — направление течения реки; 8 — направление господствующих ветров в самый жаркий квартал (месяц) года



Санитарно-защитная зона предназначена для уменьшения отрицательного влияния промышленных и транспортных объектов на население. Эта зона пространства и растительности специально выделяется между промышленными предприятиями и районом проживания населения для безопасного рассеивания вредных промышленных выбросов.

Ширина СЗЗ определяется как расстояние между промышленной площадкой и жилым районом и рассчитывается на основе научных материалов по закономерности распространения воздушных загрязнений, наличию в атмосфере процессов самоочищения, а также норм предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ.



В санитарно-защитных зонах наиболее целесообразны комбинированные посадки деревьев и кустарников в виде зеленых полос шириной 20-30 м через каждые 50-100—200 м в зависимости от ширины СЗЗ. Иногда пространства между такими полосами используют для посевов полевых культур либо посадок овощей и плодово-ягодных культур. Однако в этом случае необходимо учитывать, что растения могут накапливать вещества, попадающие в атмосферный воздух и почву, а при употреблении в пищу будут являться источником дополнительного поступления вредных веществ в организм.

Организация СЗЗ не исключает необходимости оборудования предприятий очистными сооружениями, а является всего лишь дополнительным мероприятием борьбы с загрязнением городской среды.



Жилая (селитебная) зона предназначена для размещения жилых районов, общественных центров (административных, культурных, научных, учебных, медицинских и др.), зеленых насаждений. В ней запрещено строительство промышленных, транспортных и иных предприятий, загрязняющих окружающую человека среду.

Коммунально-складская зона предназначена для размещения торговых складов, складов для хранения овощей и фруктов, предприятий по обслуживанию транспорта (депо, автопарки), предприятий бытового обслуживания (фабрики-прачечные и фабрики химической чистки) и т. д. Коммунально-складскую зону размещают вне жилой территории, зачастую на территории СЗЗ промышленных предприятий.

Зона внешнего транспорта служит для размещения транспортных коммуникаций пассажирских и грузовых железнодорожных станций, портов, пристаней и др.



Пригородная зона. Она обеспечивает город необходимыми для его жизнедеятельности природными ресурсами, прежде всего водными, и служит местом производства малотранспортабельной и скоропортящейся сельскохозяйственной продукции. Она часто становится поставщиком для строек города строительных материалов из добываемых здесь же глины, песка, гравия, известняка, если такое производство не вступает в резкое противоречие с требованиями охраны ОС.

Пригородная зона служит и зоной отдыха. Получают развитие разные его виды, и создается рекреационная инфраструктура, призванная обеспечить нужды отдыхающих. Рекреационные потребности населения учитываются при развитии транспортных сетей.



Урбанизация и соответственно «урбанистический» образ жизни, помимо ряда несомненных преимуществ, порождают, однако, и множество проблем. В целом их можно сгруппировать в три больших блока — экологические, экономические и демографические. Обострение демографической проблемы неизбежно обостряет и две остальные. Жизнь в крупном городе оказывает влияние и на демографическое поведение своих жителей. Как отмечает Г. М. Лаппо, «крупнейшие города характеризуются низкими показателями естественного прироста. В них раньше, чем в городах других категорий, начался процесс депопуляции, выразившийся в превышении смертности над рождаемостью».



Составной частью экологии города может быть признана **экология градостроительная**. Она имеет целью изучение процессов формирования жилой среды в связи с развитием городов и систем расселения, а также в связи с возможными пределами и последствиями изменений, вызываемых этими процессами. Внутренняя среда помещений в данное понятие не входит, ее изучает особая ветвь науки — экистика (Н. Ф. Реймерс, 1990 г.).



Экологическая архитектура — новейшее направление в архитектуре, районной и городской планировке, призванное максимально учесть экологические и социально-экологические потребности конкретного человека от его рождения до глубокой старости. Экологическая архитектура должна приблизить людей к природе, создавая вблизи жилых массивов и домов зеленые зоны отдыха, избавить человека от утомительной монотонности городского пространства путем строительства домов различной конфигурации или окраски, правильно распределить население по площади, сохранить не менее 50 % пространства населенного места для зеленых насаждений, изолировать население от трасс движения транспорта, создать условия для общения между людьми и т. д.

ЛЕКЦИЯ 2

«РАСТИТЕЛЬНОСТЬ В ГОРОДЕ»





Очевидно, что характеристики местообитания и условия существования городских растений в значительной мере отличаются от условий произрастания зональных типов растительности. В городе растения испытывают воздействие целого ряда экологических факторов: климатических, эдафических (почвенные факторы), техногенных и других. Зеленые насаждения на значительной части своей территории испытывают высокую антропогенную нагрузку, подвергаются химическому, физическому, биологическому и комплексному загрязнению. Следствием этого являются особые условия существования фитоценозов, возможности и условия их выживания, особенности функционирования, уровень их экологической значимости и выполнения ими средоохранных, санитарно-гигиенических и других полезных функций.



Почвы в городах сильно изменены в результате антропогенной деятельности. Естественные почвы просто отсутствуют, их заменяют искусственные насыпные антропопочвы. Для них характерна повышенная уплотненность, которая, в свою очередь, отрицательно воздействует на температурный режим почв, на состояние микроорганизмов и т. д. Асфальтовые покрытия затрудняют доступ воды и кислорода в почву. С водонепроницаемого асфальта дождевые воды стекают в канализационную сеть, поэтому для растений возрастает вероятность почвенной засухи.

По сравнению с естественными местообитаниями изменен в городах и световой режим. Наличие дополнительного освещения растений в ночное время нарушает естественное поведение многих видов насекомых-фитофагов и способствует их перераспределению, скоплению в пределах городских насаждений и подчас сильному повреждению последних.



Основными антропогенными факторами неблагоприятного воздействия на растительность крупных городов России являются:

- загрязнение атмосферы, поверхностных и грунтовых вод и почвы.
- нарушение гидрологического режима и эрозионные процессы, вызванные неправильными хозяйственными мероприятиями и промышленной деятельностью;
- пожары в пригородных лесах, связанные с нарушением населением требований пожарной безопасности в засушливые сезоны и годы;
- несовершенство режима ведения лесохозяйственной деятельности;
- избыточное рекреационное воздействие.



Комплексное воздействие вышеперечисленных и других экологических факторов среды обитания привело к тому, что в городской экосистеме возникают и формируются специфические растительные сообщества. При этом практически параллельно протекают два противоположных процесса: исчезают одни виды растений (местные, или *аборигенные*), появляются новые (пришлые, аллохтонные) виды. При этом сравнительно недавно попавшие виды называют **адвентивными**.

Продолжительность жизни городских растений существенно меньше, чем естественных. Например, в подмосковных лесах липа доживает до 300-400 лет, в то время как в московских парках — до 125-150 лет, а на улицах — всего до 80—90 лет.

Зеленые насаждения города входят в состав комплексной зеленой зоны — единой системы взаимосвязанных элементов ландшафта города и прилегающего района, предназначенной для решения вопросов охраны природы и улучшения условий труда, быта и отдыха населения.





Комплексная зеленая зона города состоит из ядра (территории городской застройки) и внешней зоны.

В ядре выделяют:

- 1) микрорайоны, кварталы;
- 2) зеленые насаждения;
- 3) улицы, дороги и площади;
- 4) промышленные территории.



Внешняя зона включает:

- 1) внегородскую застройку и промышленные территории;
- 2) курорты и места отдыха (учреждения отдыха, лечения и туризма, спортивные комплексы, пляжи, дачные поселки);
- 3) дороги (железные и автомобильные);
- 4) зеленые массивы (пригородные леса, лесопарки, градозащитные лесные массивы, облесенные неудобья, полевые защитные и другие полосы);
- 5) сады и виноградники, питомники;
- 6) неозеленяемые территории (сельскохозяйственные и другие земли);
- 7) водоемы.



Все виды озелененных территорий городов, согласно градостроительной классификации, делятся на три группы:

1) общего пользования — общегородские парки культуры и отдыха, районные парки, городские сады, сады жилых районов и микрорайонов, бульвары, лесопарки;

2) ограниченного пользования — зеленые насаждения на жилых территориях микрорайонов и жилых районов, на участках детских садов; школ, спортивных комплексов, учреждений здравоохранения, культурно-просветительных, административных и других учреждений, вузов, техникумов, ПТУ, промышленных предприятий и складов;

3) специального назначения — насаждения на городских улицах и магистралях, территории санитарно-защитных и водоохраных зон, ботанические и зоологические сады, насаждения на территориях питомников, цветочных хозяйств, кладбищ и т. п.

Применительно к урбанизированным территориям и городам часто употребляют такие понятия, как лес, лесопарк, парк, сад, сквер, бульвар.





Лес — один из основных типов растительности, состоящий из совокупности древесных, кустарниковых, травянистых и других растений (мхи, лишайники), включающий животных и микроорганизмы, биологически связанные в своем развитии и влияющие друг на друга и на внешнюю среду (Н. Ф. Реймерс, 1990 г.).

Лесопарк — довольно обширный естественный лес, обычно недалеко от крупного населенного пункта или внутри его, приспособленный для массового отдыха, спорта, развлечений и удовлетворения культурных и эстетических потребностей людей. Мероприятия по «окультуриванию» могут быть ограниченными (проведение троп, устройство скамеек) или включать специально продуманные комплексы архитектуры малых форм.

Лес и лесопарк, лесопарк и парк, парк и сад отличаются друг от друга по комплексу выполняемых ими в системе городских территорий функций: средозащитных и санитарно-гигиенических, природоохранных, а также визуально — размерами, степенью благоустройства и режимом использования.





Парк, как правило, это сочетание зеленых насаждений (и обычно архитектуры малых форм) с дорогами, аллеями и водоемами, предназначенное для украшения и оздоровления местности, где отдыхают люди.

Различают **регулярный парк** с геометрически правильной планировкой, подстриженными деревьями и кустарниками и **ландшафтный** (иначе пейзажный) парк — искусственно созданный, а чаще окультуренный привлекательный для людей охраняемый антропогенный ландшафт.



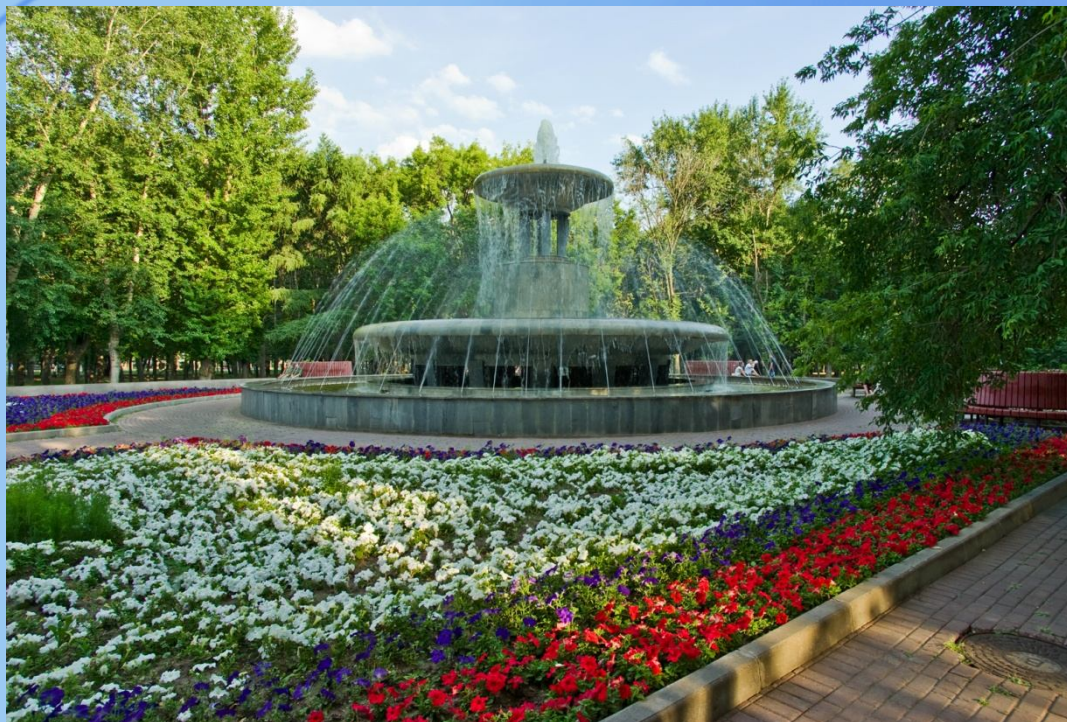
В соответствии с ГОСТ 28329-89, для крупных городов определены следующие градации:

парк — это массив не менее 15 га,

сад — массив от 3 до 15 га.

Сад — озелененная территория с ограниченным набором видов рекреационной деятельности, предназначенная преимущественно для прогулок и повседневного тихого отдыха населения.

Бульвар — озелененная территория линейной формы, предназначенная для транзитного пешеходного движения, прогулок, повседневного отдыха, шириной не менее 15 м. В этом его отличие от уличных насаждений.



Сквер — компактная озелененная территория, предназначенная для повседневного отдыха и пешеходного передвижения населения размером до 2 га. Обычно его устраивают посреди площади города или на перекрестке улиц (нередко на месте снесенных домов). Иногда устраивается перед домом, отнесенным в глубину квартала.

В некоторых городах устраивают **сад ботанический**, представляющий собой коллекцию живых растений дикой флоры (обычно со значительной долей древесных пород); он создается, как правило, для научных целей.





Иногда создают **исторический сад** — декоративное окружение какого-то объекта или самостоятельное декоративное единство; такой сад представляет наряду с историческим и эстетический интерес.

Города часто разбивают на отдельные микрорайоны, которые подвергают озеленению. В микрорайонах города различают четыре основных вида озелененных территорий: придомовые, территории школ, дошкольных учреждений и учреждений культурно-бытового обслуживания.



Санитарно-гигиенические функции зеленых насаждений

Очистка приземного воздуха. При встрече загрязненного воздушного потока с зеленым массивом, он снижает скорость; часть содержащейся пыли оседает на поверхности листьев, хвои, веток, стволов и во время дождя или полива смывается на землю. Распространение пыли хорошо сдерживается также газонами.

Пылезадерживающие свойства различных пород деревьев и кустарников неодинаковы. В частности, опушенные или клейкие листья задерживают значительно больше пыли, чем гладкие (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Пылеулавливающие свойства некоторых растений
(Г. П. Жеребцова, О. Н. Покалов, 1988 г., с добавлениями)

Растение	Суммарная площадь листовой поверхности, м ²	Количество осажденной пыли	
		общее, кг	кг/м ²
Деревья			
Айлант высокий	208	24	0,12
Робиния псевдоакация	86	4	0,05
Вяз перисто-ветвистый	66	18	0,27
Вяз шершавый	233	23	0,10
Гледичия трехколючковая	130	18	0,14
Клен полевой	171	20	0,12
Ива	157	38	0,24
Клен ясенелистный	224	33	0,15
Шелковица	112	31	0,28
Тополь канадский	267	34	0,12
Ясень зеленый	195	30	0,15
Ясень обыкновенный	124	27	0,22
Кустарники			
Акация желтая	3	0,2	0,07
Бересклет европейский	13	0,6	0,05
Бузина красная	8	0,4	0,05
Лох узколистный	23	2,0	0,09
Сирень обыкновенная	11	1,6	0,15
Спирея	6	0,4	0,07
Виноград пятилисточковый	3	0,1	0,03
Бирючина обыкновенная	8	0,3	0,04



Зеленые насаждения, поглощая из воздуха вредные газы и нейтрализуя их в тканях, способствуют сохранению газового баланса в атмосфере, биологическому очищению приземного воздуха. На использовании газоочистных свойств древесно-кустарниковых насаждений основан принцип устройства санитарно-защитных зон.

Вредные газы в процессе транспирации поглощаются растениями, а твердые частицы аэрозолей оседают на листьях, стволах и ветвях растений. Посадки, расположенные поперек потока загрязненного воздуха, разбивают первоначальный концентрированный поток на различные направления. Таким образом, вредные выбросы разбавляются чистым воздухом, и их концентрация в воздухе уменьшается. Наиболее активно зеленые насаждения снижают содержание газов в воздухе в обливственном состоянии.

Газозащитная роль зеленых насаждений во многом зависит от степени газоустойчивости растений (табл. 1.2).

Таблица 1.2

**Степень газоустойчивости древесных
и кустарниковых растений**
(В. А. Попов и др., 1980 г.)



Растение	Степень устойчивости					
	к оксидам азота			к аммиаку		
	слабопо- вреждае- мые (0–20 % общей площади листьев)	средне- повреж- даемые (20–50 % общей площади листьев)	сильно- повреж- даемые (>50 % общей площади листьев)	слабопо- вреждае- мые (0–20 % общей площади листьев)	средне- повреж- даемые (20–50 % общей площади листьев)	сильно- повреж- даемые (>50 % общей площади листьев)
Абрикос	+			+		
Айлант высокий	+				+	
Карагана древовидная (желтая акация)	+			+		
Бирючина	+					+
Вяз гладкий	+			+		
Вяз мелколистный		+			+	
Вишня	+			+		
Гледичия трехлопучковая	+			+		
Клен остролистный	+			+		
Клен татарский	+				+	
Клен ясенелистный	+			+		
Робиния псевдоакация (белая акация)	+			+		
Тополь пирамидальный	+			+		
Тополь китайский	+			+		
Тополь канадский					+	
Тополь бальзамический		+		+		
Тополь Болле			+			+
Шиповник	+				+	
Черемуха				+		
Береза бородавчатая		+				
Жимолость		+				+
Ива		+		+		
Сирень		+		+		
Ясень		+			+	
Боярышник			+			+
Липа мелколистная			+	+		
Рябина			+			+
Яблоня домашняя			+			+



Обогащение приземного воздуха. Зеленые растения играют огромную роль в обогащении окружающей среды кислородом и поглощении образующегося диоксида углерода. Дерево средней величины за 24 часа восстанавливает столько кислорода, сколько необходимо для дыхания трех человек. За один теплый солнечный день гектар леса поглощает из воздуха 220-280 кг диоксида углерода и выделяет 180-220 кг кислорода.

Оптимальная норма потребления кислорода — 400 кг/год на одного человека, то есть столько, сколько его продуцирует 0,1—0,3 га городских насаждений.



Важнейшим свойством растений является их способность уменьшать бактериальную загрязненность воздуха, повышать его ионизацию, обогащать различного рода фитонцидами.

Многие растения выделяют **фитонциды** — летучие вещества, способные убивать болезнетворные бактерии или тормозить их развитие и тем самым оздоравливать окружающую среду. Фитонциды убивают туберкулезную палочку, белый и золотистый стафилококк, гемолитический стрептококк, холерный вибрион и др.



Снижение уровня звукового загрязнения. Зеленые насаждения снижают уровень городского шума, ослабляя звуковые колебания в момент прохождения их сквозь ветви, листву и хвою. Звук, попадая в крону, переходит как бы в другую среду, которая обладает значительно большим, чем воздух, акустическим сопротивлением, отражает и рассеивает до 74 % и поглощает до 26 % звуковой энергии. Летом насаждения снижают шум на 7-8 дБ, зимой — на 3-4 дБ.

Снижение шума зависит от плотности кроны, густоты листвы, расположения насаждений по отношению к источнику шума и пропорционально ширине озелененной полосы.



Улучшение микроклимата городов. Микроклимат — совокупность физических параметров воздушной среды (температуры, относительной влажности, скорости и направления ветра, условий инсоляции и т. д.) на небольших открытых или закрытых пространствах. Микроклимат населенных мест складывается в результате изменений климатических условий, происходящих под влиянием застройки территории, ее благоустройства, озеленения и т. п.

Влажность воздуха и ветровой режим. На теплоощущения человека сильно влияет не только температура воздуха, но и его *влажность* — различные комбинации температуры, относительной влажности и скорости ветра создают одинаковые восприятия теплового эффекта.

Повышение относительной влажности воздуха воспринимается человеком в большинстве случаев как понижение температуры: повышение влажности на 15 % воспринимается человеческим организмом как понижение температуры на 3,5 °C.

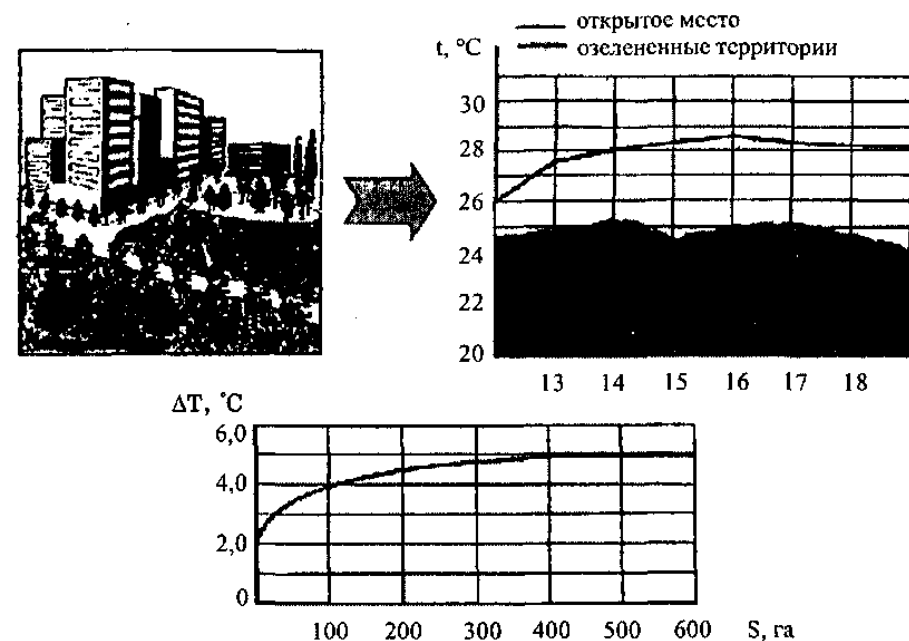


Рис. 1.1. Влияние растительности на изменение эффективной температуры воздуха в городе



Зеленые насаждения могут выполнять функцию ветрозаграждения. Полоса деревьев высотой 10 м, расположенных в 5 рядов, способна ослабить скорость ветра вдвое, причем на расстоянии 60 м. В жилых районах, находящихся под влиянием ветрозащитных свойств леса, отмечено снижение на 20—30 % расходов на отопление.

Изменяя скорость и направление ветровых потоков, зеленые насаждения повышают воздухообмен городских территорий, предохраняют человека от переохлаждения в зимнее время года и перегрева летом. Над более прогретыми открытыми пространствами воздух поднимается вверх, а прохладный воздух зеленого покрова устремляется на смену поднявшемуся (рис. 1.2).

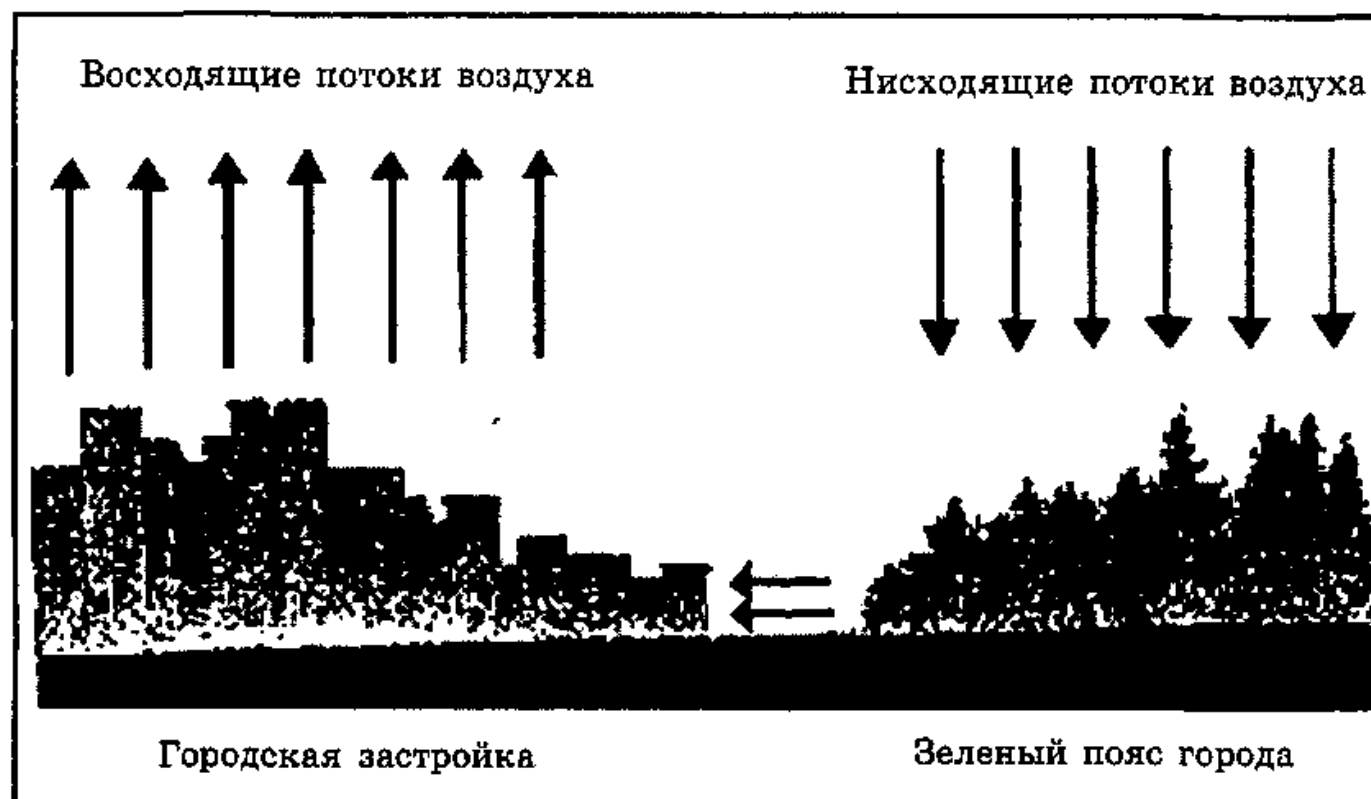
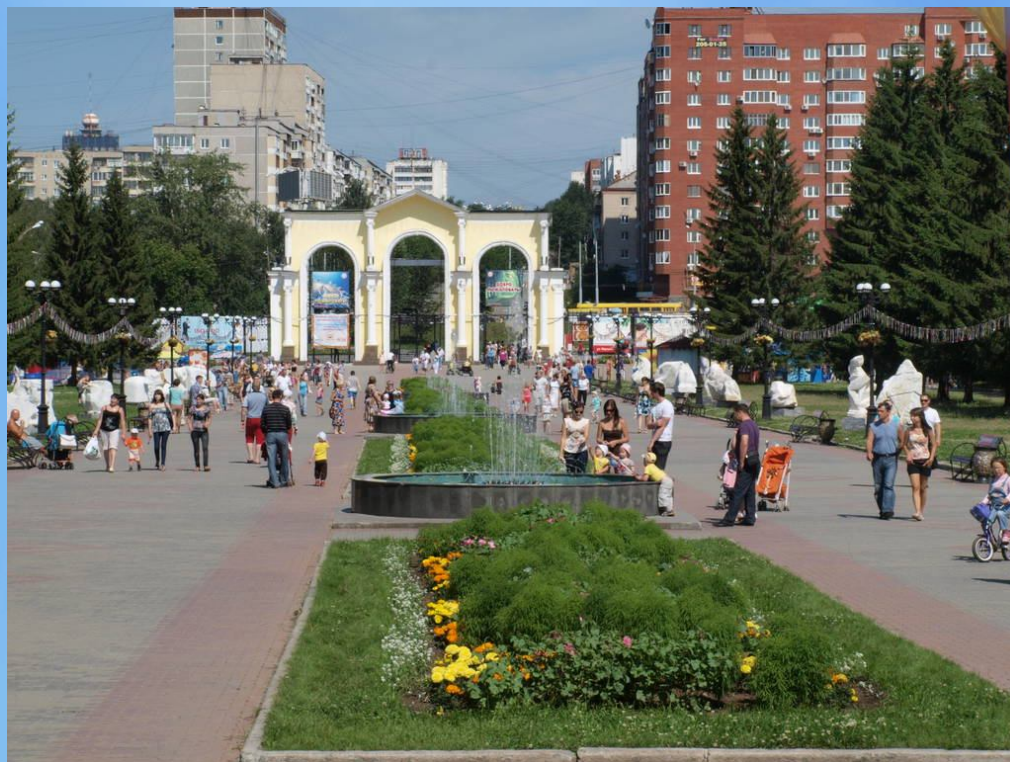


Рис. 1.2. Аэрация городских территорий

Декоративно-планировочная роль зеленых насаждений проявляется уже при использовании небольших площадок зеленых насаждений, при уличных посадках, устройстве газонов, цветников. Сочетание зеленых насаждений с городской застройкой особенно эффективно, когда зеленые насаждения



входят вглубь застройки, поддерживая ее композицию и декорируя неинтересные поверхности и сооружения. Огромная роль принадлежит зеленым насаждениям в решении проблем организации отдыха городского населения.



Замечено, что пирамидальные, сферические и устремленные вверх кроны растений несколько возбуждают человека, а овальные и плакучие успокаивают. Поэтому одним из основных требований при построении пространственных композиций является умелое использование подобных силуэтов крон. Необходимо принимать во внимание, что грубая фактура деревьев в группах и массивах, состоящих из граба, бука, дуба или клена, действует на человека угнетающе, тогда как тонкая или средняя фактура (береза, лиственница) — успокаивающе.





Основными факторами, оказывающими негативное влияние на состояние городских насаждений, их жизнестойкость, являются:

- экологические условия города, в целом неблагоприятные для произрастания многих растений;
- нарушение технологии посадки;
- неудовлетворительное состояние почвы;
- повреждение вредителями и болезнями;
- случайные факторы (вандализм, механические повреждения).



Практически все растительные сообщества в городе чрезмерно уязвимы. Они перестают быть саморегулирующими системами, так как изменены человеком до такой степени, что нуждаются в ежедневном, хотя бы элементарном уходе с его стороны. Для существования им необходимы полноценное минеральное питание, прореживание и др. Иначе, они не смогут нормально функционировать. С другой стороны, по мере увеличения возраста древесных растений ослабевают их естественные защитные механизмы, снижаются возможности противодействия антропогенным факторам, устойчивость к засухам, морозам ветрам и болезням.



Состояние деревьев и кустарников считается:

- **хорошим**, если растения «здоровые, нормально развитые, без механических повреждений, густо облиственные, окраска и величина листьев нормальная»;
- **удовлетворительным**, если растения «условно здоровые (с начальными признаками заболеваний или устраняемыми повреждениями), с наличием усохших ветвей, с неравномерно развитой кроной, недостаточно облиственные»;
- **неудовлетворительным**, если «крона слабо развита, изрежена, усыхание кроны более 50 %, имеются признаки поражения болезнями и вредителями, значительные механические повреждения».



Разрушительные последствия для природных экосистем имеют **инвазии** чужеродных видов — проникновение живых организмов (растительных и животных) в экосистемы, которые расположены за пределами их первоначального ареала.

Инвазии происходят не только в результате естественных перемещений организмов (например, при климатических изменениях), но все чаще вследствие деятельности человека: акклиматизации, интродукции и реинтродукции важных в хозяйственном отношении организмов, а также случайных заносов с балластными водами судов, с импортной сельскохозяйственной продукцией, с «полезными» интродуцентами, багажом и т. д. (Д. С. Павлов, 2002 г.).

Амброзия была завезена к нам из Северной Америки в начале XX века. После этого она буквально захватила все южные регионы, и ее распространение продолжается. Помимо вреда, причиняемого сорняком злаковым культурам, амброзия наносит вред здоровью многих людей, чувствительных к пыльце этого аллергента.



Опаснейший сельскохозяйственный вредитель — колорадский жук — был, по-видимому, случайно завезен в Европу из Северной Америки во второй половине XIX века. Покорив Европу, жук в 1949 году проник на территорию Советского Союза. Ныне этот вредитель наносит огромный ущерб во всех регионах, где выращивается картофель.





Сохранение биологического разнообразия на урбанизированных территориях и прежде всего в городах должно быть одним из приоритетных направлений деятельности органов государственного управления всех уровней и общества в целом.

- сохранение и восстановление природных систем, их способности к саморегуляции и выполнению средообразующих функций; принятие превентивных мер для сохранения малонарушенных естественных экосистем;
- переход к практике устойчивого использования биоресурсов, включая сохранение внутренней структуры эксплуатируемых биосистем, их способности к саморегуляции и самовоспроизводству;



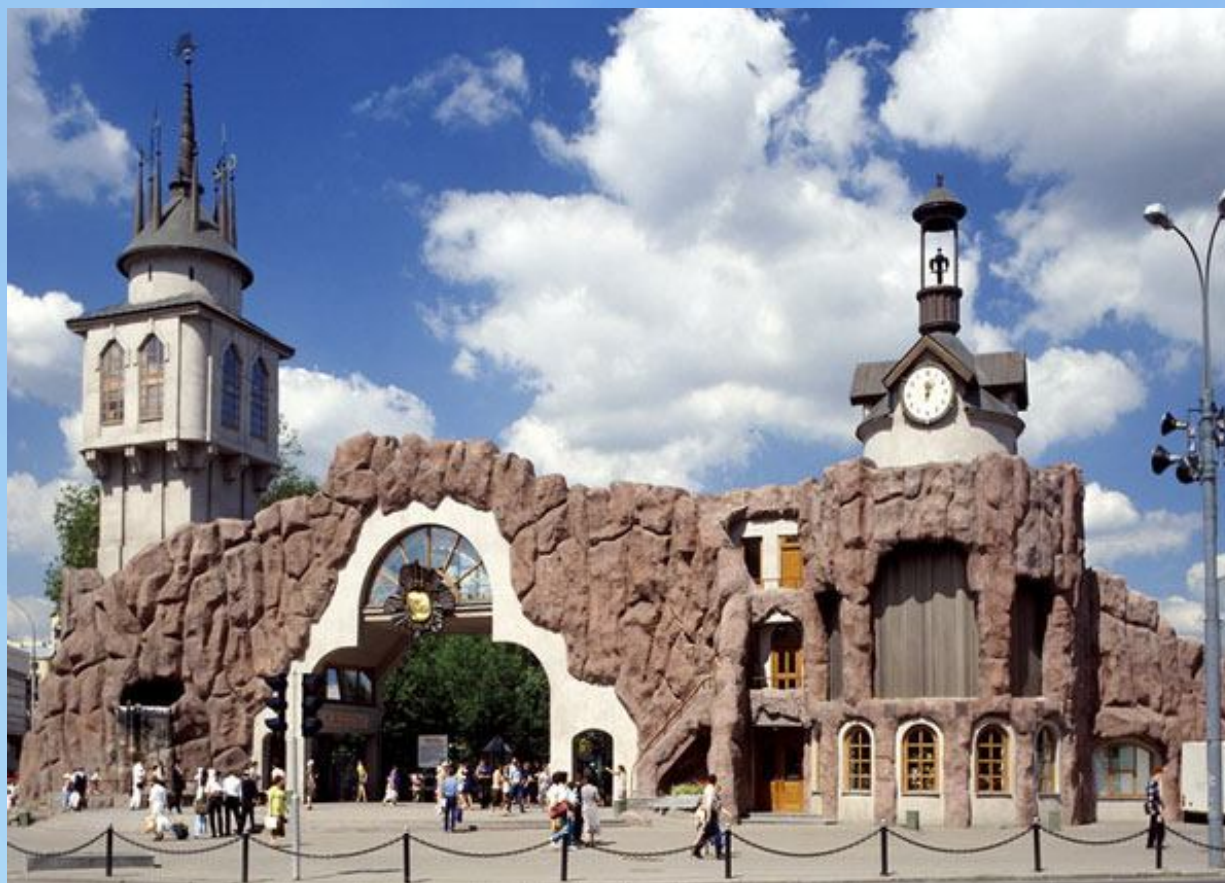
- предотвращение незаконной добычи и оборота биоресурсов;
- обеспечение функционирования и развития системы охраняемых природных территорий;
- создание национальной системы мониторинга биоразнообразия как основы для принятия стратегических и оперативных решений;
- предотвращение саморасселения чужеродных видов и распространения генетически модифицированных организмов в природных экосистемах; совершенствование контроля за их ввозом и использованием, а также за проведением акклиматизационных работ.



Парадокс заключается в том, что, с одной стороны, растения жизненно необходимы для города, а с другой — именно город, точнее, хозяйственная деятельность горожан создает трудно преодолимые препятствия для их нормального развития. Это противоречие должно быть разрешено в пользу зеленого мира городов, а значит, в конечном итоге, городского населения. Поскольку ясно, что городские экосистемы неспособны к саморегуляции, правила и нормы по созданию и поддержанию зеленых насаждений в городе должны быть основаны на соблюдении экологических принципов, применяемых при построении искусственных экосистем.

ЛЕКЦИЯ 3

«ЖИВОТНЫЙ МИР ГОРОДОВ»





В настоящее время **животный мир** городов наряду с растительным является одним из главных индикаторов состояния окружающей среды и качества жизни городского населения. Численность и видовой состав некоторых животных определяет часто степень экологического благополучия того или иного района урбанизированной территории.

Животный мир городов сильно отличается от природной фауны: он гораздо беднее по видовому разнообразию, чем естественные сообщества, здесь нередко преобладают совершенно другие виды.



Синантропизация — приспособление организмов (в данном случае животных) к обитанию вблизи человека (в населенных пунктах, жилищах и т. д.). В одних случаях синантропизация связана с возникновением новых поведенческих адаптации (как у большинства птиц — синантропов), в других этого не требуется, поскольку сам человек подчас создает условия, близкие к естественным для таких форм (например, пауки в домах).



Синантропы подразделяются (по Н. Ф. Реймерсу, 1990 г.) на **квартирантов**, использующих только убежища вблизи человека (ласточки, стрижи, скворцы и т. п.) и **строгих синантропов**, питающихся в пределах жилья человека (тараканы, клопы постельные, крысы и др.). Виды, отдельные особи которых живут вблизи от человека, в то время как основная часть — далеко от него, называют **частичными синантропами** (утки в городах), а обитающие вблизи людей короткое время — **временным**



В целом животных, проживающих в городе, можно разделить на следующие группы:

- 1) млекопитающие;
- 2) птицы;
- 3) земноводные и пресмыкающиеся;
- 4) рыбы;
- 5) насекомые.



Из млекопитающих наиболее распространенными являются серая крыса (пасюк), домовая мышь, кошка и собака.

Серые крысы обитают в основном в подвалах и нижних этажах зданий, а также на свалках, где скапливается больше мусора и пищевых отходов. Крысы отличаются умом, сообразительностью, легко адаптируются к изменяющимся условиям среды обитания.



Они приносят большой вред человеку: поедают и портят продукты питания, разносят опасные инфекции (туляремию, лептоспироз, трихинеллез, бешенство, чуму и т. д.), повреждают сооружения, подземные кабели и коммуникации.



Экологическая ниша, освобожденная крысами, довольно быстро заполняется *домовыми мышами*.

В отличие от крыс, мыши осваивают все этажи, даже верхние. Особенно они предпочитают нижние и верхние этажи, где больше возможностей для устройства гнезд (подвалы, чердаки). По наблюдениям специалистов, чаще всего мыши появляются в зданиях, которые имеют технические нарушения.



Благодаря высоко развитой высшей нервной системе хорошо приспосабливаются к жизни в городе некоторые хищные млекопитающие, например черный хорь, ласка и даже обыкновенная лиса. Днем они укрываются в норах, а ночью добывают себе корм, отлавливая мелких грызунов или посещая свалки, контейнеры с пищевыми отходами и т. п.





Среди млекопитающих, обитающих в городе, встречаются насекомоядные и рукокрылые. К первой группе относятся ежи обыкновенные, кроты, бурозубки и белозубки. Рукокрылые представлены в основном летучими мышами. Последние поселяются в убежищах с подходящим микроклиматом (каменные здания с железной крышей и деревянными перекрытиями) и комфортно чувствуют себя при наличии высокой численности и разнообразия ночных летающих насекомых.



Особое беспокойство человека из представителей городской фауны вызывают бездомные животные, в основном собаки и кошки. Они опасны для человека: ухудшают санитарно-эпидемиологическую обстановку, поскольку способны передавать некоторые заболевания (бешенство, лептоспироз, гельминтозы и др.); нередко нападают на людей. Часто бездомные собаки объединяются в стаи, представляющие угрозу не только для людей, но и домашних животных.



Среди них наиболее распространенными видами являются серая ворона, сизый голубь и домовый воробей, на них приходится более 70 % всего птичьего населения.

Серая ворона представляет собой, по-видимому, наиболее пластичный вид, хорошо адаптированный к жизни в городских условиях.



Сизые голуби по численности в городе на порядок превышают этот показатель для сельской местности, что объясняется относительно легким добыванием пищи. Основным источником питания для голубей являются пищевые отходы. Указанные



птицы ведут в основном оседлый образ жизни, миграции городских голубей практически не наблюдается, по крайней мере в мирное время (в отличие от диких голубей).



Домовой воробей — постоянный спутник человека в городе с древних времен. Уничтожая вредных насекомых, он приносит пользу деревьям, а значит и человеку. Однако воробей может оказаться и небезопасным: согласно исследованиям,

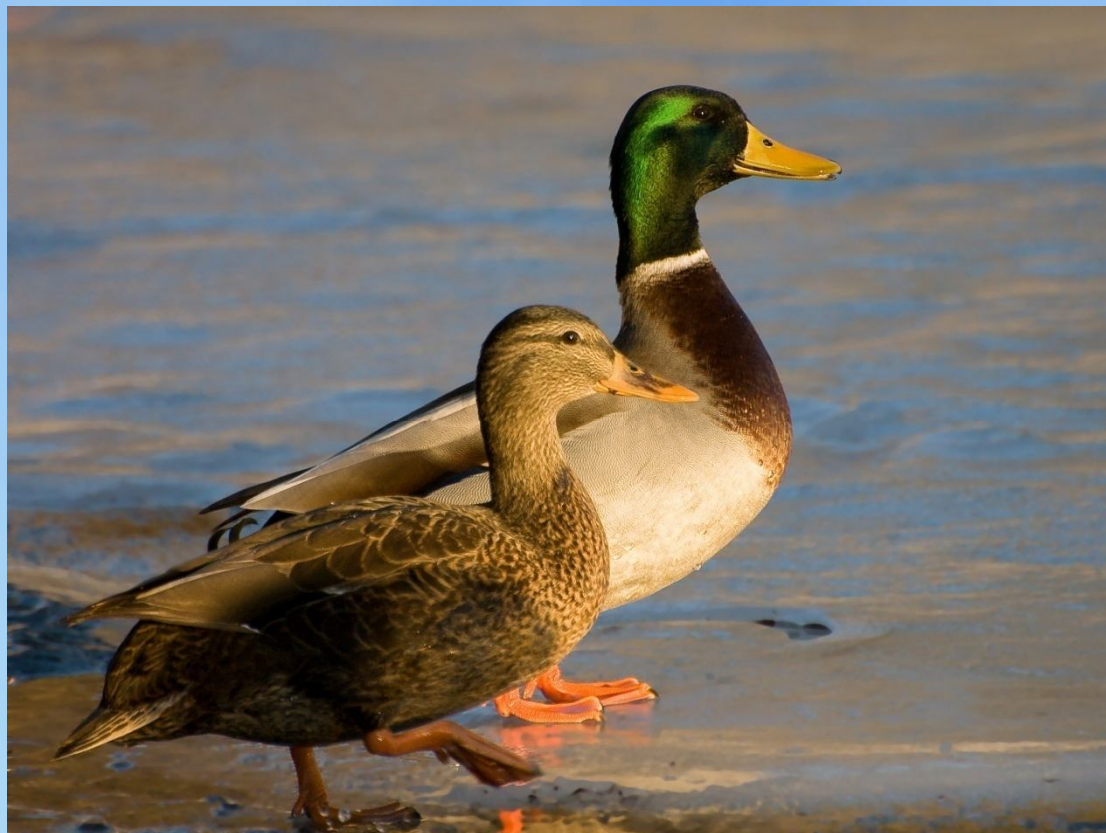


проведенным в Западной Европе, 12,3 % птиц оказались зараженными токсоплазмой.

Хищные птицы городов. Во многих городах Европы и Америки предпринимаются усилия по заселению городов некоторыми хищными птицами, прежде всего соколами. Последние, учитывая относительно небольшие размеры и высокую маневренность, могут быть относительно легко адаптированы к городским условиям.



Водоплавающие птицы при наличии соответствующих условий относительно легко осваивают городские территории. Из них наиболее экологически пластичным видом оказалась утка-кряква, которая способна обитать в небольших водоемах, пригородных и городских прудах, поймах и руслах рек.





К земноводным, как известно, относятся наиболее примитивные наземные позвоночные, занимающие промежуточное положение между собственно водными и настоящими наземными животными. Взрослые формы всегда живут вблизи водоемов, во влажной среде.

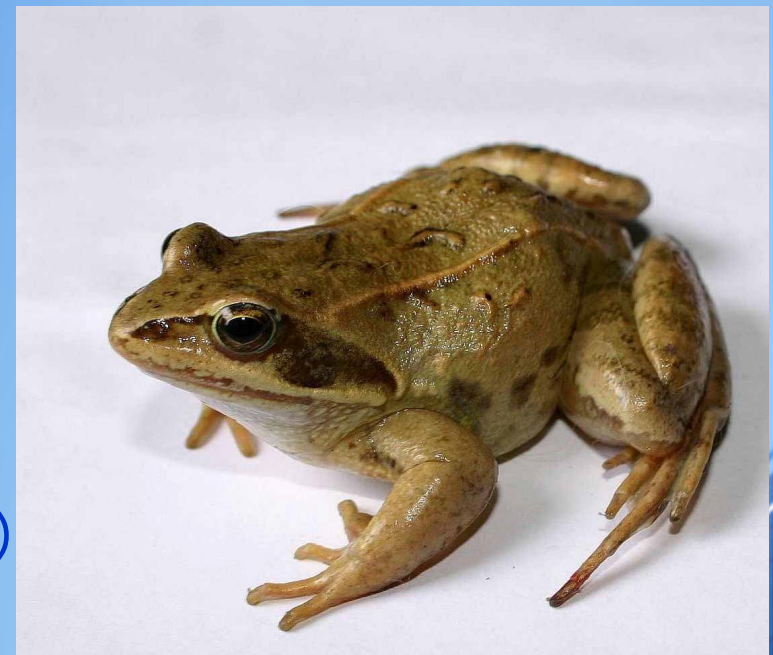
К земноводным относятся:

безногие (черви),



хвостатые (саламандры, тритоны),

бесхвостые амфибии (лягушки, жабы)



Среди класса пресмыкающихся выделяют следующие отряды: клювоголовые (водятся на островах Новой Зеландии), чешуйчатые (ящерицы, хамелеоны, змеи), крокодилы и черепахи.





Пресмыкающиеся имеют большое значение в природе и деятельности человека. Ящерицы и змеи, поедая вредных для человека насекомых, приносят ему тем самым пользу. Большое медицинское значение имеет яд змей. Его используют для приготовления лечебных сывороток, мазей и других лекарств.

Пресмыкающиеся тесно связаны с природными местообитаниями и для благополучного существования им требуются мелкие, относительно теплые и, главное, чистые водоемы, а зимой — непромерзающие укрытия. Именно снижение чистоты водоемов делает указанные организмы наиболее уязвимыми в городской среде.



Рыбы являются адекватными индикаторами состояния водоемов. Они более быстро, нежели человек, реагируют на изменение условий обитания, и состояние их организма часто является основой для прогнозирования качества здоровья потребляющих их людей. Во многих водоемах, расположенных в городе, а также в реках многочисленные рыбаки-любители ловят рыбу и используют ее для приготовления пищи. Наконец, рядом с городами располагаются так называемые рыбохозяйственные водоемы, где рыбу специально выращивают для указанных целей. Поэтому очень важно знать как сбрасываемые в водоемы химические вещества влияют на рыбохозяйственные водоемы, жизнедеятельность рыб.



В рыбохозяйственном водопользовании выделены 4 класса опасности загрязняющих воду веществ (А. М. Никаноров, Т. А. Хоружая, 1999 г.): первый — чрезвычайно опасные, второй — высокоопасные, третий — опасные, четвертый — умеренно опасные. В четвертом классе выделен подкласс 4 а — экологически загрязняющие вещества.



К **первому классу** опасности отнесены химические вещества, лимитирующие по токсикологическому и рыбохозяйственному лимитирующему признаку вредности (накопление в рыбе и промысловых гидробионтах, опасное для человека и домашних животных). Этот класс представлен исключительно ксенобиотиками. ПДК веществ первого класса ниже 0,00001 мг/л, они обладают высокой или сверхвысокой материальной кумуляцией, стабильность вещества и вредных продуктов его распада составляет более 180 суток при 20 °С.



Второй класс опасности включает вещества со свойствами, указанными для 1-го класса, он также представлен исключительно ксенобиотиками. ПДК указанных веществ от 0,0001 до 0,00001 мг/л. Это вещества с умеренной кумуляцией, в отдельных случаях — со слабой. Стабильность веществ и их метаболитов, образованных в результате обмена веществ, — 60-180 суток при 20 °С.



К **третьему классу** опасности отнесены вещества с ПДК 0,01-0,0001 мг/л. Могут быть как ксенобиотиками, так и веществами природного происхождения (например, сульфиды, сероводород). Сюда же относятся и вещества со слабой материальной кумуляцией. Стабильность — менее 60 суток при 20 °С.



Четвертый класс опасности включает загрязняющие вещества, ПДК которых выше 0,01 мг/л, не обладающие кумулятивными свойствами, лимитируемые по любому ЛПВ. Частично представлены ксенобиотиками, в значительной степени — веществами природного происхождения. Стабильность — менее 10 суток при 20 °С.



Многие насекомые занимают исключительно важное положение в городских экосистемах, поддерживая их стабильность. Они выполняют функции опыления, перерабатывают растительные остатки, интенсифицируют почвообразование и т. д. Специально разводят различных насекомых, уничтожающих вредителей. Это так называемые **энтомофаги** (божьи коровки, жужелицы, муравьи и другие), которых выпускают в сады, на поля, в теплицы, где они начинают борьбу с вредителями.



Комнатная муха — неперенный спутник человека (синантроп), она давно покинула дикую природу, предпочитая жить в городской среде. Муха имеет очень высокую скорость размножения: подсчитано, что из 100 отложенных яиц в середине весны, к середине осени могло бы появиться 4 млрд ее потомков. Личинки мухи развиваются во всех гниющих отходах, теплый климат способствует увеличению скорости этого процесса. В то же время личинки без ущерба для себя переносят температуру -190°C . И даже при такой стуже в их тканях не образуются смертоносные ледяные иглы. Многие насекомые, включая мух, вырабатывают антифриз — вещество, препятствующее замерзанию.





Тараканы, особенно рыжий (прусак) и черный, являются настоящими или строгими синантропами. В России наиболее распространены рыжие тараканы. В городах их места жительства мусоропроводы и вентиляционные устройства, верхние этажи зданий (где более тепло, чем на нижних).



Наиболее комфортно тараканы чувствуют себя при 30 °С, при меньших их развитие задерживается, температура -5 °С для них уже смертельна.

Комары распространены повсеместно. Известно более 20 тысяч видов этого насекомого. В России комар обыкновенный не встречается лишь в Арктике и в горах выше 3 км. Комары пришли в города, освоили очистные сооружения, загрязненные водоемы, сырые подвалы.





Муравьи впервые рядом с человеком появились, как считают, в конце XVIII века на морских судах, совершавших плавания в Южном полушарии. Еще через сто лет муравьи заселили жилища человека в крупных морских портах. Далее, следуя за человеком, они стали распространяться по всему земному шару, при этом успешно «используя» любой вид транспорта. Теперь муравьи обитают практически везде.



В настоящее время наиболее острой проблемой урбанизированных территорий (в первую очередь городов) является неуклонное вымирание видов, причем это явление имеет место в основном в районах массовой застройки. Указанный процесс достиг той стадии, когда исчезают не только редкие позвоночные животные, которые требуют для своего существования крупных природных массивов со сложной структурой, но и мелкие беспозвоночные, обладающие гораздо большей неприхотливостью.



Известно, что для нормального функционирования экосистемы должны включать в свой состав как можно больше живых организмов различных видов. Это обеспечивает стабильность природных сообществ, а тем самым и стабильность той среды, в которой проживает человек. Многообразие живых организмов, проживающих в городах, служит индикатором благополучия всей среды в целом.

При решении проблемы охраны городских животных в первую очередь следует направить усилия на сохранение их местообитаний. Потому огромное значение имеет организация в черте города особо охраняемых природных территорий — микрозаповедников и зон покоя в парках. Такие территории могут выполнять разнообразные функции: ресурсосберегающие, хозяйственные, научные, воспитательно-образовательные.



Сохранение биоразнообразия в городской среде должно рассматриваться как качественное улучшение среды обитания самого человека. Поэтому при планировании города следует так продумать зонирование его территории, чтобы, с одной стороны, обеспечить максимально возможную сохранность живой природы, а с другой — сделать ее наиболее привлекательной для горожан, учесть их эстетические потребности в сочетании с оздоровительными.



ЛЕКЦИЯ 4

«ВОЗДУХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ»





Современная атмосфера является результатом эволюции живого вещества биосферы и геофизических процессов, инициируемых солнечной энергией. Ее принципиальное отличие от первичной атмосферы (50 % CH_4 , 35 % CO_2 , 11 % N_2 , остальное пары воды, NH_3 , H_2S и другие газы) состоит в наличии кислорода образовавшегося и возобновляемого в результате фотосинтеза. В воздухе имеются газы относительно постоянного состава, а также огромное количество так называемых переменных (следовых) газов, содержание которых может сильно меняться в пространстве и времени (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Газовый состав сухой атмосферы (% об.)
(Исаев, 2001 г.)

Постоянные газы		Переменные газы	
Азот (N_2)	78,08	Водяной пар (H_2O)	0–4
Кислород (O_2)	20,95	Углерода диоксид (CO_2)	0,0360
Аргон (Ar)	0,93	Углерода оксид (CO)	0–0,01
Неон (Ne)	0,0018	Серы диоксид (SO_2)	0–0,001
Гелий (He)	0,00052	Азота оксид (NO)	0–0,001
Метан (CH_4)	0,00015	Азота диоксид (NO_2)	0–0,0001
Криптон (Kr)	0,00011	Ксенон (Xe)	следы
Водород (H)	0,00005		



Половина всей массы атмосферы сосредоточена в нижних 5 км, а три четверти — в нижних 10 км.

На глобальную циркуляцию накладываются вихри синоптического масштаба, определяющие погодные условия на различных участках земной поверхности. Они называются **циклонами**, ложбинами (области низкого давления), и антициклонами, гребнями (области высокого давления). В синоптических процессах происходит глобальный обмен веществом и энергией между сушей и океаном, между низкими и высокими широтами, перемешивание нижней части атмосферы — тропосферы, верхней границей которой служит тропопауза. Таким образом, тропосфера является открытой динамической системой, находящейся в процессе непрерывного взаимного обмена веществом, энергией и информацией с верхними слоями атмосферы, космическим пространством, биотой, сушей и океаном.

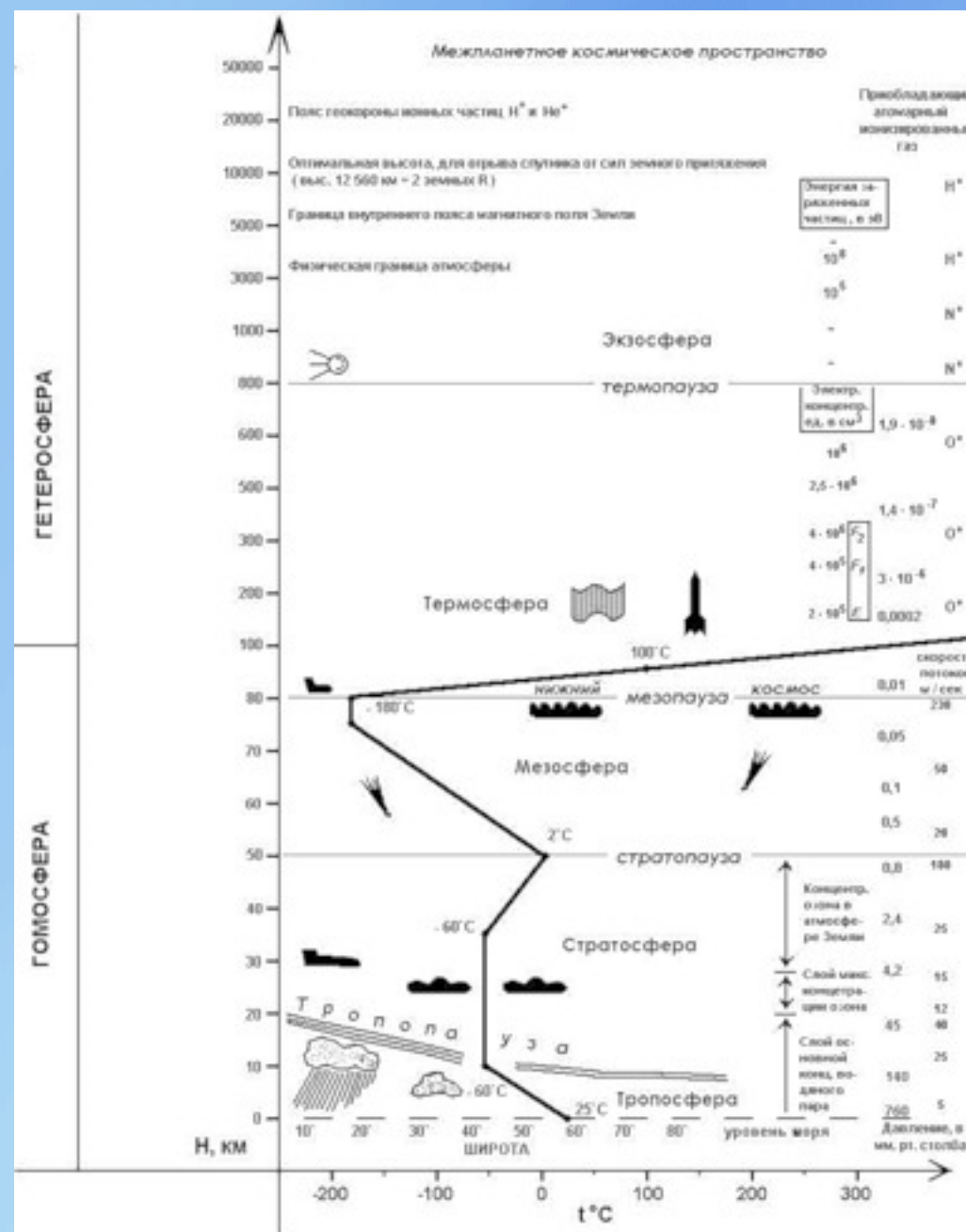


Рис. 1.4 Структура атмосферы



Приземный слой тропосферы в наибольшей степени испытывает антропогенное воздействие, основным видом которого является химическое и тепловое загрязнение воздуха, а также изменение параметра шероховатости земной поверхности за счет аэродинамического сопротивления зданий и сооружений городов. Антропогенные факторы воздействия на атмосферу по своим размерам пока не сопоставимы с глобальными атмосферными процессами, однако могут оказаться чрезвычайно интенсивными в более мелком масштабе (город, территория).



Существует два основных источника загрязнения атмосферного воздуха, в т. ч. городов: естественный и антропогенный.

К **естественным** источникам относятся: извержение вулканов, пыльные бури, лесные и степные пожары, туманы — частицы морской воды, тонкий песок пустынь и пыль от эрозии почвы, различные продукты растительного, животного и микробиологического происхождения. Естественные источники загрязнений носят либо распределенный, либо кратковременный стихийный характер и мало влияют на общий уровень загрязнения.

К основным **антропогенным** источникам загрязнения атмосферы относятся предприятия топливно-энергетического комплекса (ТЭК), транспорт, различные машиностроительные предприятия.



По месту образования загрязнители атмосферного воздуха населенных мест России могут быть подразделены на **местные** (городские предприятия), расположенные на территории страны, и **внешние источники**, обеспечивающие так называемое трансграничное загрязнение территории.

Вещества, загрязняющие атмосферу, могут быть твердыми, жидкими и газообразными и оказывать вредное воздействие непосредственно, после химических превращений в атмосфере либо совместно с другими веществами, вызывая в ряде случаев синергетический эффект.



Промышленная пыль образуется в результате механической обработки различных материалов (дробление, размол, взрывание, заполнение, разравнивание), тепловых процессов (сжигание, прокаливание, сушка, плавление), транспортировки сыпучих материалов (погрузка, просеивание, классификация).

Жидкие загрязняющие вещества (ЗВ) образуются при конденсации паров, распылении и разливе жидкостей, в результате химических реакций.



Газообразные ЗВ формируются в результате химических реакций, например, окисления, обжига руд и нерудного минерального сырья (цветная металлургия, производство цемента). При сжигании топлива образуются огромные количества газообразных соединений — оксиды серы, азота, углерода, тяжелых и радиоактивных металлов. Реакции восстановления также являются источником газообразных ЗВ, (производство кокса, соляной кислоты из хлора и водорода, аммиака из атмосферного азота и кислорода и др.).



Из всей массы ЗВ, поступающих в атмосферу от антропогенных источников, около 90 % составляют газообразные, 10 % — твердые и жидкие вещества.

Главными источниками загрязнения атмосферы являются:

- 1) тепловые электростанции и теплоцентраль, сжигающие органическое топливо;
- 2) транспорт;
- 3) черная и цветная металлургия;
- 4) машиностроение;
- 5) химическое производство;
- 6) добыча и переработка минерального сырья;
- 7) открытые источники (сельскохозяйственные пашни, строительство).

Таблица 3.2

Основные источники загрязнения атмосферного воздуха
(И. Я. Сегал, 1987 г.)

Группа	Аэрозоли	Газообразные выбросы
Котлы и промышленные печи	Зола, сажа	NO ₂ , SO ₂ , а также CO, альдегиды (НСНО), органические кислоты, бенз(а)пирен
Автомобильные двигатели	Сажа	CO, NO ₂ , альдегиды, углеводороды неканцерогенные, бенз(а)пирен
Нефтеперерабатывающая промышленность	Пыль, сажа	SO ₂ , H ₂ S, NH ₃ , NO _x , CO, углеводороды, меркаптаны, кислоты, альдегиды, кетоны, канцерогенные вещества
Химическая промышленность	Пыль, сажа	В зависимости от процесса (H ₂ S, CS ₂ , CO, NH ₃ , кислоты, органические вещества, растворители, летучие вещества, сульфиды и др.)
Металлургия и коксохимия	Пыль, оксиды железа	SO ₂ , CO, NH ₃ , NO _x , фтористые соединения, цианистые соединения, органические вещества, бенз(а)пирен
Горная промышленность	Пыль, сажа	В зависимости от процесса (CO, фтористые соединения, органические вещества)
Пищевая промышленность	Пыль	NH ₃ , H ₂ S (многокомпонентные смеси органических соединений)
Промышленность строительных материалов	Пыль	CO, органические соединения

Таблица 3.3

**Концентрация химических элементов в пыли
различных производств (Ю. Е. Саен, 1990 г.)**



Виды производств	Ряд относительной концентрации			
	п. 1000	п. 100	п. 10	п. 1
Энергетика				
Сжигание угля на ТЭС	–	–	B, Pb, Mo, Ge	Be, Li, V, Ni, Cu, Zn, Ag, W
Сжигание мазута на ТЭС	–	V, Ni	Cr, Zn, Mo, W, Pb	Cu, Sn, Ag
Переработка цветных металлов				
Производство алюминия	–	Cd, Zn, Sb, Pb, Zn	W, Sn, Cr, Bi, Mo	Mn, Ag, B, Co
Производство аккумуляторов	Sb, Ag,	Bi, Pb, Cd, Sn	Ni, As, Co, Cu, Zn, W, In, Tl	–
Машиностроение и металлообработка				
Литье чугуна	–	–	Zn, W	Mo, Sn, Pb, Cu, Cr
Литье стали	–	–	Sn, Sb, Ni, W	Mn, Zn, B, Pb, Mo
Кузнечно-прессовое производство	–	Zn	W, Mn	Mo, Ni, Sn, Co, Pb
Механическая обработка черных металлов	–	W, Mo, Cu	Cr, Ni, Co, Zn	Mn, V, Pb, Sn
Механическая обработка цветных металлов	Cu, Zn, Pb	Cr, Ni	W, Sn	Co, Mo, V
Химическое производство				
Изготовление масляных красок	Hg, Cd	Ag, Zn, Sn, Cu, Bi, W	Sb, Mo	Co, Sn, Ni
Коксохимическое производство	Hg		Sb, W, Pb	Mo, Sn
Производство стройматериалов				
Обжиг цементной шихты	–	Ag	Sb, Zn, Bi, W	Sn, Tl, Cu, Mo, Ba
Производство керамзита	–	Pb	W, Ag, Bi, Mo	Co, Zn, Cu, Li, Ni, V, Cr
Производство огнеупорного кирпича	–	Sb, Pb	Bi	V, Cu, Cr, Sn, B, Ga, Zn, Nb



Основными ЗВ, поступающими в атмосферу при сжигании топлива, являются твердые частицы (зола, сажа), оксиды серы (SO_2 и SO_3), оксиды азота (NO и NO_2). При неполном сгорании топлива в газообразных выбросах могут накапливаться оксид углерода (CO), углеводороды типа CH_4 , C_2H_4 , полициклические ароматические углеводороды, в т. ч. бенз(а)пирен ($\text{C}_{20}\text{H}_{12}$), а также пентоксид ванадия (V_2O_5). Последние два соединения относятся к классу чрезвычайно опасных.



Диоксид серы (SO_2) и триоксид серы (SO_3) — главные компоненты загрязнения природной среды при сжигании топлива: 60-80 % выбросов указанных веществ приходится на теплоэнергетические установки, использующие в качестве топлива серосодержащие уголь и нефть. Содержание серы в углях в среднем невелико (0,8—1,0 %), однако в некоторых угольных бассейнах оно достигает 10 %.

Оксиды азота образуются в топках при сжигании любого топлива в виде монооксида NO , который окисляется кислородом при высокой температуре и избытке воздуха до NO_2 . В атмосфере окисление происходит за счет озона. В среднем при сжигании газа и мазута концентрация NO_2 в уходящих газах составляет 0,6-0,8 г/м³, при сжигании твердых топлив — около 1 г/м³.



Автомобильный транспорт является основным источником загрязнения атмосферы городов, причем, что особенно опасно, выбросы происходят вблизи органов дыхания человека.

В состав выхлопных газов карбюраторных и дизельных двигателей входит около 200 химических соединений, из которых наиболее токсичны оксиды углерода, азота, углеводороды.





Черная и цветная металлургия. Предприятия указанной отрасли экономики часто располагаются либо неподалеку от городов (рабочих поселков), либо непосредственно в их черте, что особенно характерно для Донбасса и Урала.

При размоле угля (восстановителя руды, топлива), загрузке шихты в батареи, производстве и последующей выгрузке кокса на коксохимических производствах образуются угольная пыль и сажа. В процессе коксования выделяется газ, содержащий пары углеводородов (смолистых веществ). Количество газообразных выбросов составляет 3—5 м³, смолистых веществ 0,2-0,5 кг на 1 т используемого угля.

Таблица 3.5

Состав атмосферных выбросов металлургических предприятий



Производство	Доля выброса, %			
	Пыль	SO ₂	CO	NO _x
Агломерационная фабрика	34,3	82,5	62,5	25,0
Коксовый цех	11,1	0,9	7,5	7,0
Доменный цех	1,7	1,6	2,7	–
Конвертерный цех	8,3	0,6	0,4	–
Мартеновский цех	4,0	0,6	0,2	15,0
Прокатный цех	–	3,0	–	8,0
Ремонтный цех	1,1	0,2	4,3	–
Транспорт	0,3	0,3	5,0	–
Газовое хозяйство	–	–	7,5	–
Цех огнеупоров	2,7	0,2	0,1	–
Энергетические установки	36,9	7,5	–	40,0
Прочие	9,6	2,6	9,8	5,0

Наиболее серьезное загрязнение воздуха происходит при тушении кокса, в процессе которого выделяется в среднем (кг/т): 0,01-0,04 гидросульфида, 0,05 аммиака, 0,006 цианида, 0,08-0,1 фенола. При нагревании коксовых батарей коксовым и колошниковым газом в отходящих газах может содержаться до 2 г/м³ диоксида серы и 0,2-1,0 г/м³ диоксида азота.

Химическое производство. Здесь наиболее важными источниками загрязнения атмосферы как по объему продукции, так и по токсичности являются хлор, оксиды азота, диоксид и триоксид серы, хлористый водород, сероводород, фтористый водород, дисульфид углерода, фтор и его соединения. Из органических соединений: тиолы, углеводороды и их хлоропроизводные, альдегиды, кетоны и органические кислоты (табл. 3.6).



Таблица 3.6

Выбросы загрязняющих веществ в химическом производстве
(Б. Бретшнайдер, И. Курфюст, 1989 г.)

Химическое производство	Загрязняющие вещества
Серной кислоты	Оксиды серы, серная кислота
Азотной кислоты	Оксиды азота
Хлора и гидроксида натрия	Хлор, хлорсодержащие соединения
Вискозного волокна	Сероводород, дисульфид углерода
Суперфосфата	Соединения фтора
Фтористоводородной кислоты	Соединения фтора
Фосфорной кислоты	Соединения фтора
Сложных удобрений	Фтор
Целлюлозы	Гидросульфид, диоксид серы
Очищенной нефти	Оксид углерода, альдегиды, углеводороды, органические кислоты, диоксид серы, диоксид азота



Климат (по Н. Ф. Реймерсу, 1990 г.) — многолетний режим погоды, определяемый географической широтой местности, высотой над уровнем моря, удаленностью местности от океана, рельефом суши, характером подстилающей поверхности, антропогенными воздействиями и другими факторами.

Погодой называется отражение хода процессов в атмосфере в данное время. Она характеризуется следующими метеорологическими элементами: солнечной радиацией (продолжительностью солнечного сияния), температурой воздуха и поверхности почвы, влажностью воздуха, атмосферным давлением, скоростью и направлением ветра, облачностью, осадками, снежным покровом, горизонтальной видимостью и другими атмосферными явлениями.



Существует ряд классификаций климата:

- по географическим зонам (климат тайги, тропических пустынь и т. п.);
- по связи атмосферы с поверхностью Земли (например, климат приземного слоя воздуха, климат свободной атмосферы);
- по нахождению воздушных масс над сушей и океаном (континентальный, морской или океанический климат);
- по степени сухости (влажности) воздуха (аридный, семиаридный, гумидный и др.).



Макроклимат — климат значительных географических пространств — от географического района до планеты в целом.

Мезоклимат — климат относительно крупного подразделения географического ландшафта (например урочища), а также климат леса, поляны, долины, города и т. п.

Микроклимат — климат небольшой территории или искусственного образования (опушки леса, склона холма, берега озера, норы, кочки на болоте и т. п.). К микроклимату относят и климат приземного слоя воздуха.



К климатообразующим факторам относятся географическая широта и долгота, состояние циркуляции атмосферы, рельеф местности и характер подстилающей поверхности. На климат оказывает определенное влияние деятельность человека. Характер погоды связан с астрономическими условиями — продолжительностью дня и ночи, сменой сезонов года.



Создание городов с их каменными и бетонными массивами, с концентрацией различных источников загрязнения природной среды не только преобразует поверхность Земли, но и способствует образованию особого, **городского климата**.

Будучи специфическим климатом урбанизированных территорий, городской климат характеризуется своеобразием термического режима, режима влажности, режима осадков и др.

Прозрачность атмосферного воздуха и солнечная радиация. Прозрачность воздуха — свойство воздуха пропускать световые лучи. Она зависит от физических свойств и наличия в среде примесей.

Альбедо Земли — отношение солнечной радиации, отраженной Землей (с ее атмосферой) в мировое пространство, к солнечной радиации, поступившей на границу атмосферы. Средняя величина альбедо Земли — 35—45 % (или 0,35—0,45).

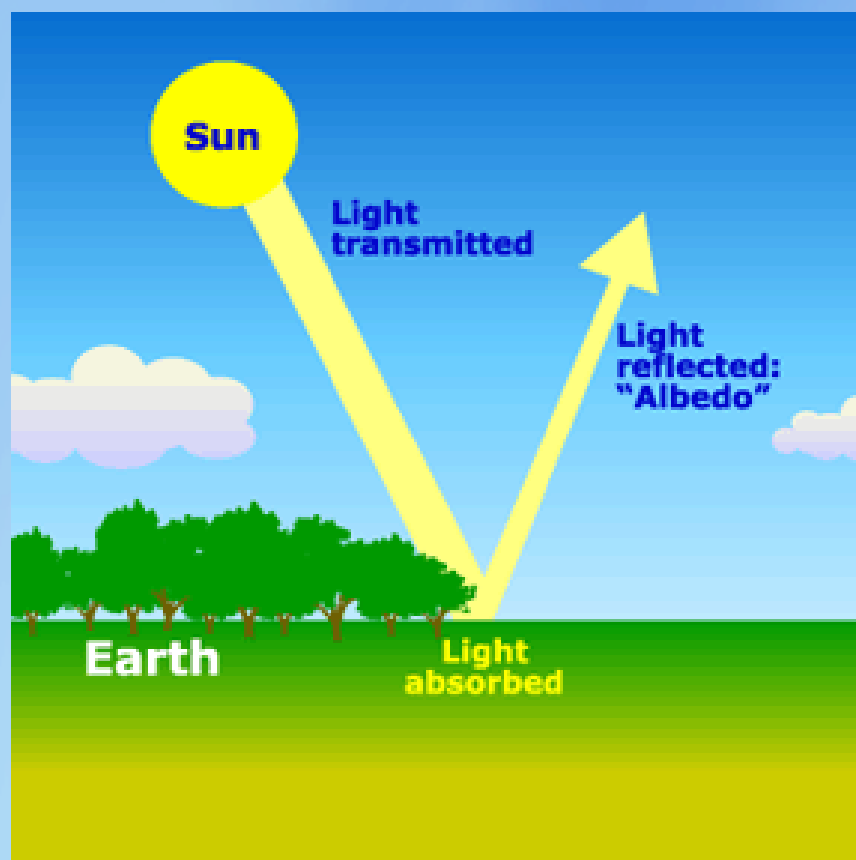


Таблица 3.10

**Значения альбедо для различных поверхностей
и территорий (по данным Б. Ландсберга, 1983 г.)**



Характер/элемент местности, характеристика искусственного покрытия	Альбедо, %	Примечание
лес смешанный (хвойный, лиственный)	12–16	$h^* = 30–41^\circ$
– “ –	26–38	$h = 26–38^\circ$
болота	10–18	$h = 28–38^\circ$
снег в поле:		
свежий	82	по данным для Московской области
мелкозернистый, мокрый	73	
крупнозернистый, мокрый	55	
пестрый ландшафт	47	
отдельные пятна снега	36	
серая супесчаная почва (ровная)	25	сухая
– “ –	18	влажная
трава при $h = 30^\circ$	18	свежая
– “ –	13	жухлая
водная поверхность		при h
– “ –	24	10°
– “ –	6,7	30°
– “ –	3,4	50°
новая пригородная жилая застройка	16,6	летом
фасад, свежескрашенный белой кремнийорганической краской	70	строительные поверхности
серый офактуренный бетон	50	
черные: мрамор, гранит, базальт	15	
асфальтобетон	10	
гудрон, рубероид с песчаной подсыпкой	10	

* Высота Солнца над горизонтом.



Во-первых, Из табл. 3.10 следует, что большая часть элементов городской застройки (например, улицы и дороги, мягкие кровли зданий) имеет более низкое альbedo, чем естественный ландшафт. Следует отметить также, что загрязненный снежный покров в **городах характеризуется меньшим альbedo** по сравнению со снежным покровом пригорода, а площадь снежного покрова в городе меньше, чем в пригороде, за счет снегоуборки и более интенсивного снеготаяния. Конструкции зданий и сооружений накапливают поглощенное днем тепло с последующей его отдачей в атмосферу в вечерние и ночные часы.



Во-вторых, на урбанизированных территориях резко уменьшается расход тепла на испарение за счет сокращения площадей с открытым почвенным покровом и занятых зелеными насаждениями. В то же время быстрое удаление атмосферных осадков системами дождевой канализации не позволяет создавать запас влаги в почвогрунтах и поверхностных водоемах.



В-третьих, городская застройка приводит к формированию зон застоя воздуха, при малых скоростях ветра препятствует турбулентному перемешиванию приземного слоя атмосферы и выносу тепла в ее вышележащие слои. Следовательно, теплоотдача застройки за счет ухудшения условий турбулентного перемешивания в приземном слое уменьшается по сравнению с незастроенными территориями, тепло как бы накапливается внутри застройки, приводя к ее перегреву.

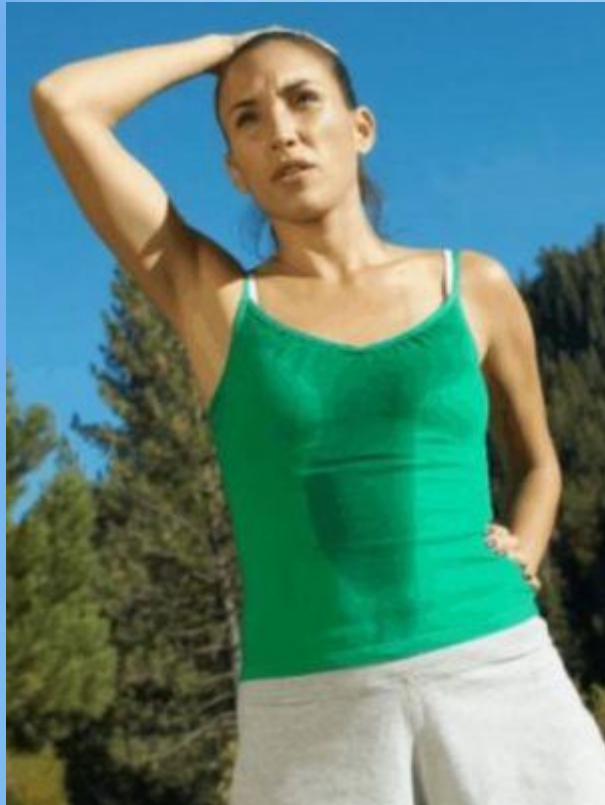


Город, который вырос в сельской местности, полностью меняет состояние земной поверхности. Влажный растительный ковер, отличающийся слабой теплопроводностью, сменяется непроницаемым слоем с большой поглощающей способностью и теплопроводностью. Отражательная способность уменьшается. Частицы, находящиеся в атмосфере над городом, ослабляют солнечное излучение примерно на 15 %.





«Разогревающий» эффект как тепловыделения теплокровных обитателей города (людей и животных). Размер соответствующего метаболического тепловыделения людей зависит как от численности жителей города, так и от его природно-климатических условий. Размер этого тепловыделения оценивается по-разному для отдельных категорий населения и



видов производственной деятельности. Организм человека выделяет тепло как в явном виде, так и в виде скрытой теплоты парообразования за счет испарения влаги с поверхности кожи и легкими при выдыхании. Для ориентировочных оценок можно принять, что оба вида теплоотдачи примерно равны. Количество выделяемой влаги на 1 человека составляет: 36 г/час в состоянии покоя, 60 г/час при слабой физической активности, 120 г/час при нормальной работе или средней физической активности в бытовых условиях (Климат местности, 2001 г.).



Существенный вклад в повышение «температуры» городов вносит теплота от антропогенной деятельности: транспорта, промышленных предприятий и особенно тепловых электростанций.

Выбросы теплоты в атмосферу от крупных тепловых электростанций (ТЭС) сравнимы с тепловым воздействием на нижние слои атмосферы среднего города. Тепловые источники в городах рассредоточены и выделяют в основном явную теплоту. Выбросы теплоты охладительными устройствами тепловых и ядерных электростанций.



Таблица 3.11

**Сопоставление интенсивности солнечного излучения
и техногенной энергии некоторых промышленных районов**
(Р. К. Баландин, 1982 г.)

Район	Площадь, км ²	Техногенная энергия, Вт/м ²	Солнечное излучение, Вт/м ²
Фербенкс, Аляска (США)	37	18,6	18,1
Рурская область (ФРГ)	10296	10,3	50,4
Лос-Анджелес (США)	3500	21,2	108,8
Западный Берлин (ФРГ)	234	21,5	99,9
Цинциннати (США)	200	26,2	99,9
Манхеттен, Нью-Йорк (США)	59	630,0	93,7



Тепловые выбросы сконцентрированы в зоне промышленных центров, расположенных главным образом в северном полушарии. Эти источники теплоты могут на первых порах вызывать лишь частичное нарушение теплового обмена, воздействовать на погоду и местный климат. Однако уже сейчас в некоторых промышленных районах количество вырабатываемой энергии столь велико, что соизмеримо с интенсивностью излучения Солнца на эту же площадь (табл. 3.11).



Техногенный баланс тепла, также как и естественный баланс, имеет и свои расходные части. Основная из них — отведение тепла с канализационными стоками. Несущественная, на первый взгляд, эта расходная часть теплового баланса в городах умеренной зоны вполне сопоставима с любой из приходных его частей. В Москве доля сточных вод от всех систем канализования города в 2000 году составила 90 % от всего объема воды, поступающей в бассейн реки Москва.



Сброс канализационных стоков допускается в случае, если их температура превышает температуру поверхностного водоема не более чем на 3 °С летом, а зимой — не выше 5 °С. Поскольку температура стоков значительно выше указанных пределов, стоки предварительно охлаждаются в прудах-отстойниках и охладителях. Тепло при этом расходуется на обогрев атмосферного воздуха и испарение.





Формирование «островов тепла» на застроенных территориях имеет целый ряд прямых или косвенных экологических и биоклиматических эффектов и последствий: снижение в летнее время комфортности условий пребывания населения на территории города; увеличение числа дней с оттепелями; более раннее, чем в пригороде наступление вегетационного периода растений, что опасно из-за вероятности заморозков.

Из-за отсутствия термической конвекции и слабого вертикального перемешивания воздуха при инверсиях в приземном слое воздуха происходит накопление выброшенных городскими источниками загрязняющих веществ, особенно на примагистральных территориях.



Наиболее ярким экологическим следствием эффекта «острова тепла» является «смещение» территории города по своим климатическим характеристикам в южном направлении. Для Москвы такое «смещение» оценивается в 300—400 км. Это дает возможность интродуцирования в городе древесных и кустарниковых пород, характерных для более южных широт, например — каштана конского, тополя серебристого, акации белой, липы крупнолистной. Многие из этих пород деревьев в силу своих физиологических особенностей являются более устойчивыми к загрязнению атмосферы такими примесями, как пыль, диоксид серы, оксиды азота, что является чрезвычайно актуальным для крупных городов, где наибольшие концентрации наблюдаются именно по этим ингредиентам.



Поле скорости ветра в условиях города находится под влиянием шероховатости подстилающей поверхности (городской застройки) и «городских островов» тепла. Влияние городов на среднюю скорость ветра не так однозначно. С одной стороны, это связано с тем, что очень часто влияние застройки «маскируется» особенностями рельефа города. С другой стороны, пространственная структура в застройке такова, что не дает возможности говорить о «непрерывности» ветровых полей, характеризуется их сильной контрастностью. Так, например, зоны застоя воздуха, формирующиеся в периметрально-замкнутой застройке или в отдельных дворах, чередуются со струйными течениями вдоль застроенных сплошным фронтом «каньонов» городских магистралей, а «погашенная» у поверхности земли скорость ветра может компенсироваться усилением скорости ветра, обдувающего высотные здания.



Суммарный эффект воздействия урбанизированной территории на скорость ветра в большинстве случаев выражается в увеличении числа безветренных ($v < 2$ м/с) дней в городе и снижении максимальной скорости ветра в среднем на 10-30 % по сравнению с пригородной незастроенной территорией. Причем чем больше площадь города и чем выше плотность застройки, тем устойчивее ее влияние на скорость ветра. В Москве, например, скорость ветра (средние и экстремальные величины) в центре ниже, чем на периферии или за городом во все сезоны.

Деформация поля ветра за счет влияния застроенности городских территорий имеет свои экологические последствия. Так, имеет место пониженная устойчивость выросших в городских условиях деревьев к механическим воздействиям, что приводит к увеличению размера ущерба зеленым насаждениям от сильных порывистых ветров, особенно ощутимое летом. В это время кроны деревьев, покрытые листьями, имеют наибольшее аэродинамическое сопротивление, что и приводит к их сильному механическому повреждению при шквалах.





Поле влажности в городе изменяется под действием нескольких факторов. Основными из них являются резкое снижение проницаемости для осадков подстилающей поверхности и наличие инженерных сетей по отводу поверхностного стока с территории города. С другой стороны, в черте городов сжигается огромное количество углеводородного топлива (газ, моторное топливо), одним из конечных продуктов этого процесса, как известно, является водяной пар. Следует добавить, что значительное количество воды, подаваемой на территорию города водопроводными системами, испаряется в технологических процессах и при использовании в жилом секторе. Утечки из водонесущих сетей достигают 10 % от объема водоподачи.



Образование туманов имеет целый ряд физических причин. По генетической классификации выделяют туманы испарения, охлаждения, туманы смешения и туманы восхождения. Для большинства городов умеренной зоны, расположенных на равнинах, наиболее характерны туманы охлаждения, которые подразделяются на адвективные и радиационные. Адвективные туманы возникают при адвекции теплых воздушных масс на холодную подстилающую поверхность, что приводит к охлаждению воздуха и конденсации влаги. Эти туманы наблюдаются в специфических синоптических ситуациях (теплые сектора циклонов) и максимальную повторяемость имеют в холодное полугодие. Продолжительность таких туманов может составлять от нескольких часов до суток и более. Радиационные туманы связаны с понижениями температуры в ее суточном ходе, чаще всего наблюдаются в теплое полугодие при спокойной ясной погоде в вечерние и утренние часы.



За счет «острова тепла» к центру города повторяемость (число дней с туманами) и продолжительность туманов уменьшается.





Опасность туманов для городских условий заключается в том, что капли тумана растворяют находящиеся в атмосфере загрязняющие вещества, которые, взаимодействуя друг с другом и солнечной радиацией, способны образовывать химические соединения, более сложные и опасные для здоровья населения и растений, чем исходные загрязнители атмосферного воздуха (например, $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$).

ЛЕКЦИЯ 5

«ЗАЩИТА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДОВ»





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 от 04.05.1999 N 96-ФЗ (ред. от 25.06.2012) «Об охране атмосферного воздуха» определяет 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;

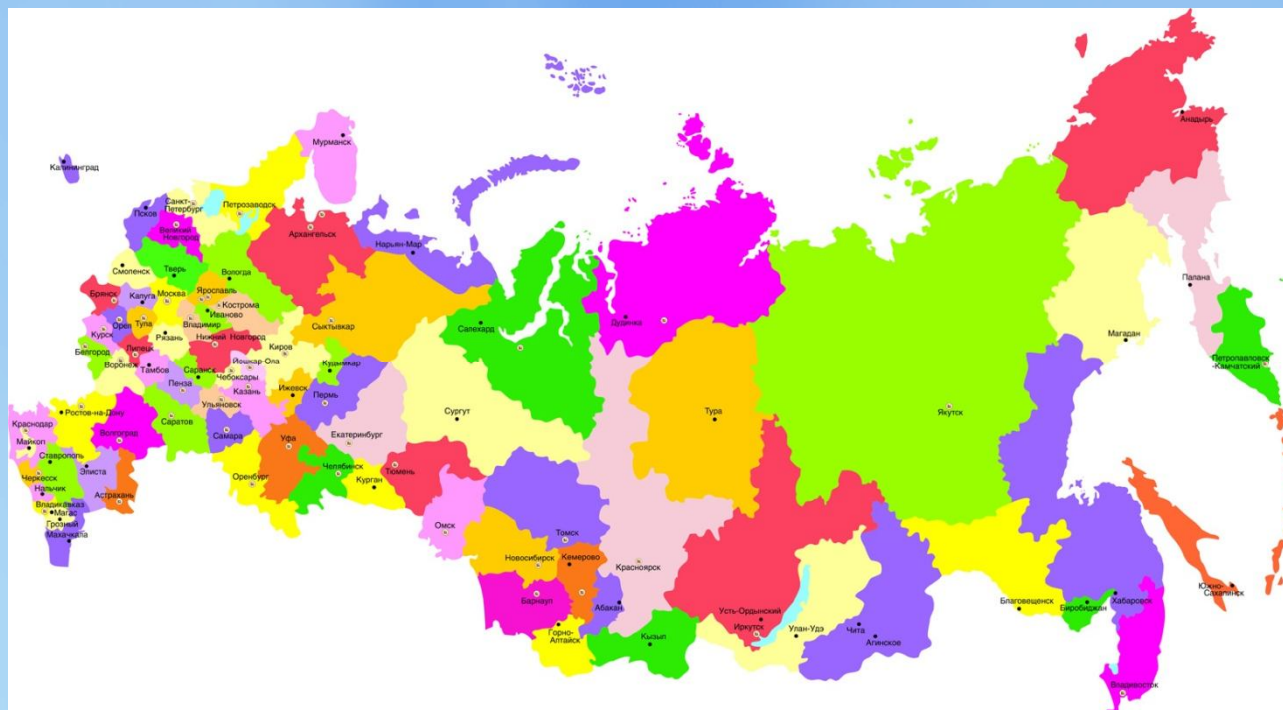


- определение порядка государственного учета выбросов ЗВ;
- нормирование качества атмосферного воздуха;
- определение порядка разработки и утверждения технических нормативов выбросов ЗВ, а также видов объектов, для которых они разрабатываются;
- определение порядка разработки и утверждения предельно 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.



Нормирование качества атмосферного воздуха

Загрязнители атмосферы — это чужеродные для атмосферы вещества (ксенобиотики), которые нарушают качество воздушной среды. При этом под нарушением качества подразумевается воздействие, приводящее к накоплению в

воздухе химических соединений и веществ в концентрациях, превышающих установленные нормативы (санитарно-гигиенические, для зеленых насаждений и т. п.). В результате превышения этих нормативов можно ожидать возникновения необратимых нарушений в функционировании организмов, экосистем и биосферы целом.





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 ($\text{ПДК}_{\text{рз}}$);
- ПДК максимально-разовые для населенных мест ($\text{ПДК}_{\text{мр}}$);
- ПДК среднесуточные для населенных мест ($\text{ПДК}_{\text{сс}}$).

$\text{ПДК}_{\text{рз}}$ применяются только на производствах для разработки средств индивидуальной защиты работающих, вентиляционных систем и газоочистных установок (ГОУ) и, как правило, не учитываются при решении экологических вопросов.



Нормативным для жилой зоны считается уровень загрязнения, при котором не происходит превышения ПДК_м 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.

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.

Таблица 4.1

**ПДК (мг/м³) загрязняющих веществ
в воздухе населенных мест**

Вещество	ПДК для населения		ПДК для зеленых насаждений	
	максимально-разовые	средне-суточные	максимально-разовые	средне-суточные
Диоксид серы (сернистый ангидрид)	0,5	0,05	0,10	0,05
Азота диоксид	0,085	0,04	0,09	0,05
Аммиак	0,20	0,04	0,35	0,17
Озон	0,16	0,03	0,47	0,24
Углеводороды (по бензину)	5,00	1,50	0,65	0,14
Углерода оксид (угарный газ)	5,0	3,0	6,7	3,3
Бенз(а)пирен	—	0,000001	0,0002	0,0001
Бензол	0,3	0,1	0,10	0,05
Взвешенные вещества	0,5	1,5	0,20	0,05
Сероводород	0,008	—	0,008	0,008
Формальдегид	0,035	0,003	0,02	0,003
Хлор	0,10	0,03	0,025	0,015



Организация контроля состояния и загрязнения природной среды в городах

Впервые попытки изучения газовой оболочки Земли были предприняты великим русским ученым М. В. Ломоносовым, а позднее — Д. И. Менделеевым. Первая служба погоды в России появилась в 1872 году. Множеством экспериментальных данных подтверждена связь между загрязнениями атмосферы и ее метеорологическими параметрами.

Метеорология — наука о земной атмосфере, ее строении, свойствах и происходящих в ней процессах. В процессе изучения физических свойств атмосферы и происходящих в ней явлений эта наука рассматривает их во взаимной связи со свойствами и влиянием подстилающей поверхности (суша, море). Ее главной задачей является прогнозирование погоды на различные сроки.



Как известно, 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.

Наземные методы базируются на химических и биологических методах исследования.





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 буях в открытом море.



Контролируют качество атмосферы и с помощью стационарных комплексных лабораторий, оснащенных сложной аппаратурой для измерения количества ЗВ. При этом основными методами, используемыми при анализе вредных веществ, являются:

- фотометрический (сравнение оптической плотности исследуемого и контрольного растворов) с применением фотоколориметров;
- газохроматографический, основанный на селективном разделении химических соединений между отдельными фазами (подвижной и неподвижной). Этим методом можно определять ничтожно малые количества веществ, не обладающих специфическими реакциями;
- спектрально-эмиссионный (излучение световой энергии атомами, ионами. Линейчатые спектры излучения зависят от вида химических соединений);
- атомно-абсорбционный, основанный на способности свободных атомов элементов селективно поглощать резонансное излучение.



Основное направление совершенствования системы мониторинга урбанизированных территорий. Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха велись в нашей стране многие годы, однако все делалось (и делается еще) в основном в ручном режиме (отбор проб воздуха — транспортировка — в лабораторию — выполнение анализов — запись в журнал — оформление итоговых отчетов). Это обстоятельство не позволяло получать и использовать данные в реальном масштабе.

Для решения указанной проблемы в последние годы в практику контроля состояния и загрязнения природной среды в городах внедряются автоматизированные средства контроля.

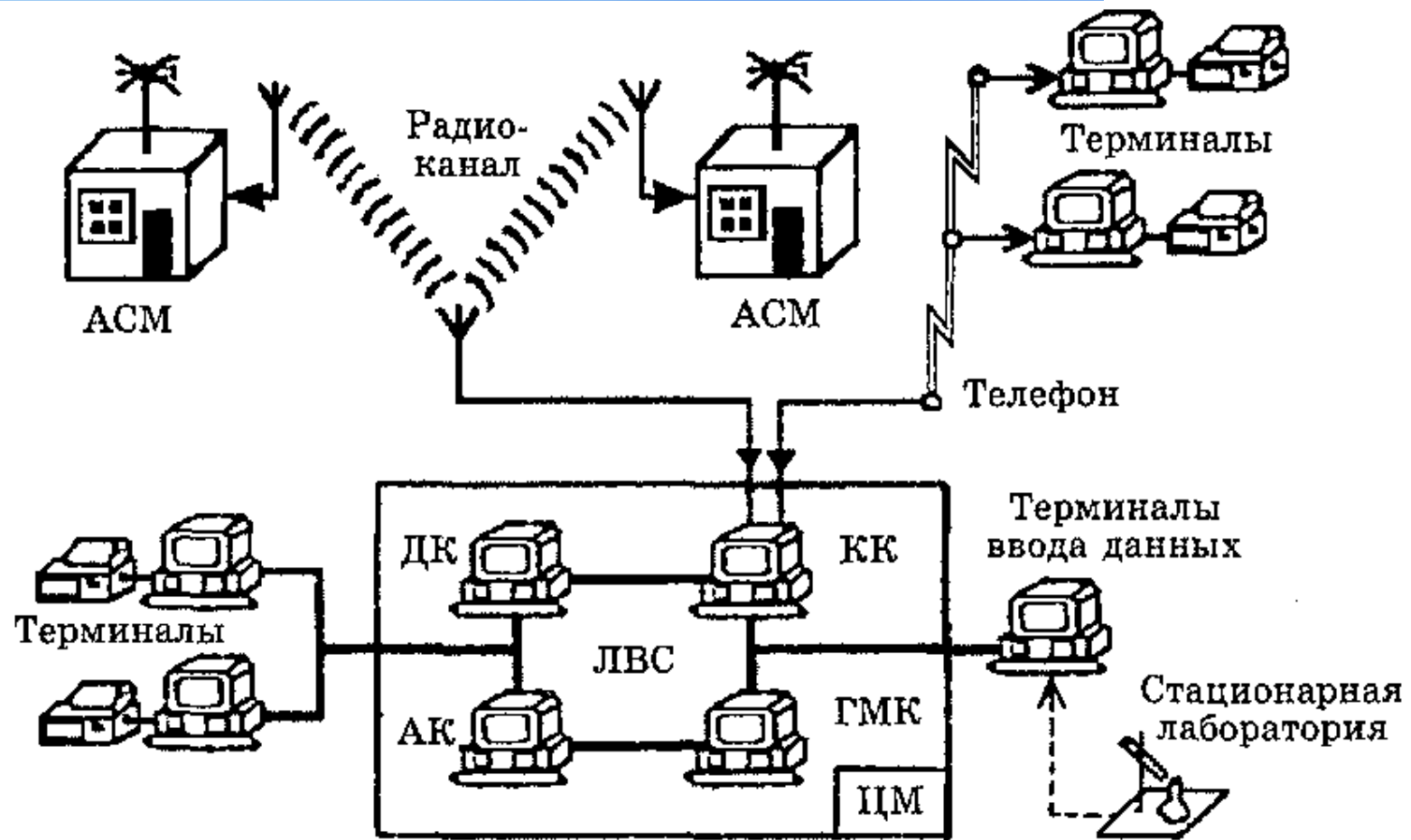


Рис. 4.1. Архитектура системы экологического мониторинга



Информационно-измерительная сеть объединяет автоматические станции мониторинга (АСМ) и стационарную аналитическую лабораторию, которая оборудована терминалами ввода в систему результатов лабораторных анализов.

Сеть передачи данных обеспечивает сбор измерительной информации, поступающей от АСМ, по радио или телефонным каналам связи.

Центр мониторинга (ЦМ) представляет собой ряд объединенных в локальную вычислительную сеть компьютеров, которые обеспечивают прием, накопление, обработку и распределение данных.

Пользовательские терминалы (локальные и удаленные) размещаются в подразделениях и службах, имеющих целью решение задач контроля и управления экологической обстановкой и обеспечивают их персонал данными мониторинга в реальном масштабе времени.



Центральным звеном системы экологического мониторинга атмосферного воздуха являются автоматические станции мониторинга





Основная задача станции — в оперативном режиме получить и передать в ЦМ информацию о качестве атмосферного воздуха и метеорологической обстановке в контролируемой точке населенного пункта.

Станция работает в полностью автоматическом режиме, монтируется в закрытом павильоне и состоит из следующих функциональных подсистем: 1) жизнеобеспечения; 2) измерения; 3) информационно-управляющей и 4) подсистемы связи.



Экологизация технологических процессов и оптимизация размещения источников загрязнения

Это направление можно считать наиболее эффективным в системе мер по охране воздушного бассейна от загрязнения вредными веществами. К нему относится прежде всего создание замкнутых технологических циклов, безотходных и малоотходных технологий, которые исключают или существенно снижают попадание в воздух вредных веществ.



Защита атмосферного воздуха от вредных выбросов сложная, комплексная проблема, вклад в ее решение вносят и мероприятия по рациональному размещению источников загрязнений:

- вынесение промышленных предприятий из крупных городов в малонаселенные районы с непригодными и малопригодными для сельскохозяйственного использования землями;
- расположение промышленных предприятий с учетом топографии местности и розы ветров;
- установление санитарно-защитных зон (СЗЗ) вокруг промышленных предприятий;
- рациональная планировка городской застройки.



Взаимное расположение предприятий и населенных пунктов определяется по средней розе ветров теплого периода года. Промышленные объекты как источники выделения вредных веществ в окружающую среду должны располагаться за чертой населенных пунктов и с подветренной стороны от жилых массивов, чтобы выбросы уносились в сторону от жилых кварталов.

Здания и сооружения промышленных предприятий обычно размещаются по ходу производственного процесса. При недостаточном расстоянии между корпусами загрязняющие вещества могут накапливаться в межкорпусном пространстве, которое оказывается в зоне аэродинамической тени. Цехи, выделяющие наибольшее количество вредных веществ, следует располагать на краю производственной территории со стороны, противоположной жилому массиву.