

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СИБИРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНАЯ АКАДЕМИЯ
(СИБАДИ)

В.А. Хомич

ЭКОЛОГИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Рекомендовано Учебно-методическим объединением Ассоциации
строительных вузов в качестве учебного пособия для студентов, обу-
чающихся по специальности 290500 «Городское строительство
и хозяйство»

Омск
Издательство СибАДИ
2002

УДК 502.3:711:577.4
ББК 28.081:38.711
Х 76

Рецензенты:

д-р юрид. наук, профессор А.И.Казанник (ОмГУ);
канд. техн. наук, д-р филос. наук, профессор
С.В. Костарев (ОмГУ);
канд. арх., заслуженный архитектор РФ Г.И. Чиркин
(ОАО ТПИ «Омскгражданпроект»)

Работа одобрена редакционно-издательским советом Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Городское строительство и хозяйство».

Хомич В.А.

Экология городской среды: Учеб. пособие для вузов. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2002. – 267 с.

Рассмотрены экологические проблемы крупного города. Показаны пути устойчивого развития городов России. Приведены основные направления по регулированию качества окружающей среды, определенные действующими правовыми и нормативными документами. Рассмотрена оценка воздействия градостроительных объектов на окружающую среду, а также экономическая оценка ущерба от загрязнения городской среды. Приведены нормативы качества и показатели состояния окружающей среды города. Рассмотрены принципы установления нормативов вредного воздействия источников загрязнения. Особое внимание уделено градостроительным методам охраны окружающей среды. Показана система организации управления твердыми бытовыми отходами. Рассмотрены мероприятия по защите среды зданий от вредных веществ, шума, электромагнитных полей, вибрации, радиоактивного загрязнения.

Предназначено для студентов. Может быть использовано аспирантами и специалистами в области градостроительства и городского хозяйства.

Табл. 46. Ил. 42. Библиогр.: 115 назв.

ISBN 5-93204-106-4

© В.А. Хомич, 2002

Оглавление

Введение.....	4
Глава 1. Урбанизация и экология городской среды.....	7
1.1. Динамика урбанизации.....	7
1.2. Город как искусственная среда обитания.....	15
1.3. Проблемы экологии и безопасности городской среды.....	22
1.4. Пути устойчивого развития городской среды.....	33
Контрольные вопросы.....	39
Глава 2. Нормативно-правовая база по регулированию среды обитания.....	40
2.1. Экологическое законодательство.....	40
2.2. Эколого-градостроительное законодательство.....	48
2.3. Требования к качеству городской среды.....	56
2.4. Охрана городской среды при хозяйственной деятельности.....	59
2.5. Оздоровление и охрана городской среды.....	62
Контрольные вопросы.....	67
Глава 3. Учет факторов природной среды в градостроительном проектировании.....	69
3.1. Климатические условия территории застройки.....	69
3.2. Микроклимат города.....	74
3.3. Природно-техногенные условия и экологическое состояние территории застройки.....	90
3.4. Учет факторов природной среды в градостроительном проектировании.....	101
3.5. Оценка воздействия градостроительных объектов на окружающую среду.....	106
Контрольные вопросы.....	111
Глава 4. Методы охраны городской среды.....	112
4.1. Источники загрязнения и загрязнители городской среды.....	112
4.2. Контроль за состоянием городской среды.....	118
4.3. Оценка экономического ущерба от загрязнения городской среды и его возмещения.....	123
4.4. Классификация методов охраны окружающей среды.....	126
4.5. Методы охраны и регулирования качества воздушной среды.....	128
4.6. Методы охраны городской среды от шума и электромагнитных полей.....	147
4.7. Методы охраны и регулирования качества водной среды.....	165
4.8. Мероприятия по охране почв и растительного покрова на городских территориях.....	186
4.9. Мусороудаление в городах.....	200
Контрольные вопросы.....	220
Глава 5. Охрана среды зданий.....	222
5.1. Мероприятия по оптимизации микроклимата среды зданий.....	222
5.2. Регулирование качества воздушной среды здания.....	229
5.3. Защита среды зданий от шума, вибрации и электромагнитных полей.....	237
5.4. Мероприятия по защите среды зданий от радиации.....	248
5.5. Экология жилой среды.....	256
Контрольные вопросы.....	260
Библиографический список.....	261

ВВЕДЕНИЕ

Экология городской среды – дисциплина, в которой рассматриваются экологические проблемы и методы охраны среды города. Она объединяет знания градостроительных наук, наук о Земле, географических, медико-биологических, социально-экономических и технических наук; включает вопросы градостроительной экологии, аркологии, инженерной экологии, экологии автотранспорта, экологического права, социальной экологии.

Городская среда представляет собой совокупность антропогенных объектов, компонентов природной среды, природно-антропогенных и природных объектов. В последние десятилетия обострились экологические проблемы городской среды. К ним относятся: химическое, физическое и биологическое загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв и растительного покрова. Отдельной проблемой является удаление и переработка городского мусора и отходов производства. В процессе развития городов возникают природно-техногенные опасности для геологической среды (подтопления, карстово-суффозионные провалы, техногенные физические поля). Некачественные архитектурно-планировочные решения в ходе создания искусственной городской среды приводят к появлению видеозагрязнения (видеоэкология).

Причиной возникновения экологических проблем городской среды являются: территориальный рост городов, увеличение числа агломераций, появление огромных урбанизированных районов. Серьезной причиной для крупнейших городов мира является высокая плотность населения.

Источниками загрязнения городской среды являются промышленные предприятия, теплоэнергетический комплекс, автомобильный транспорт. Основным загрязнителем городской среды – автомобильный транспорт. Так, доля загрязняющих веществ, выбрасываемых автотранспортом, в суммарном загрязнении воздушной среды г. Омска составила в 2000 г. 50%. Уровень автомобилизации в России достиг 200 автомобилей на 1000 жителей и продолжает быстро расти. Рост автомобильного парка практически не поддается управлению и контролю.

Экономический спад промышленности вызвал временное снижение загрязнения городской среды и экологической напряженности. Однако с развитием рынка, стабилизацией экономики и ростом автомобилизации уровень загрязнения городской среды будет возрастать, создавая опасность для здоровья и жизни населения.

Ухудшение экологической ситуации заставляет общество более серьезно относиться к решению экологических проблем. В частности, в январе 2002 г. принят новый федеральный закон «Об охране окружающей среды». В Законе охрана окружающей среды представлена как деятельность органов государственной власти РФ, субъектов РФ, местного самоуправления, общественных и иных некоммерческих объединений, юридических и фи-

зических лиц, направленная на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий. Основными принципами охраны окружающей среды являются:

- соблюдение права человека на благоприятную окружающую среду;
- обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности человека;
- научно обоснованное сочетание экологических, экономических и социальных интересов человека, общества и государства в целях обеспечения устойчивого развития и благоприятной окружающей среды;
- охрана, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов как необходимые условия обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности;
- ответственность органов государственной власти РФ и ее субъектов, органов местного самоуправления за обеспечение благоприятной окружающей среды и экологической безопасности на соответствующих территориях.

Согласно Закону, в образовательных учреждениях, осуществляющих профессиональную подготовку, обеспечивается преподавание учебных дисциплин по охране окружающей среды, экологической безопасности и рациональному природопользованию.

Учебное пособие «Экология городской среды» написано по одноименной дисциплине для специальности 290500 «Городское строительство и хозяйство» в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования, с учетом примерной программы дисциплины, рекомендованной Минобразованием России для направления 653500 – Строительство.

В первой главе пособия приведена динамика урбанизации, раскрываются причины, ведущие к возникновению экологических проблем городской среды, указаны пути устойчивого развития городских поселений. Вторая глава посвящена нормативно-правовой базе, регулирующей качество городской среды. В третьей главе показан учет климатических, природно-техногенных факторов и экологического состояния территории в градостроительном проектировании, рассмотрена оценка воздействия градостроительных объектов на окружающую среду. В четвертой главе указаны методы охраны атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, растительного покрова и почв города. Приведены способы удаления твердых бытовых отходов. Рассмотрены методы охраны городской среды от шума и электромагнитных полей. Пятая глава посвящена охране среды зданий. Приводятся гигиенические показатели микроклимата помещений. Рассматриваются вопросы экологической безопасности строительных материалов. Указаны мероприятия по защите помещения от шума, вибрации,

электромагнитных полей, радиации.

Целью дисциплины «Экология городской среды» является овладение комплексом знаний, необходимых для обоснованного выбора путей, средств и методов формирования благоприятной и экологически безопасной городской среды.

При написании учебного пособия использована программа дисциплины, разработанная кафедрой экологии городского строительства и хозяйства МГСУ, зав. кафедрой, проф., д-р техн. наук Кононович Ю.В. Используются учебная литература и статьи в периодических центральных изданиях, а также действующие нормативные и правовые документы.

Автор выражает глубокую признательность рецензентам: проф., д-ру юрид. наук Казаннику А.И., проф., д-ру филос. наук Костареву С.В., засл. архитектору РФ, канд. арх. Чиркину Г.Е. за ценные советы и полезные замечания по содержанию учебного пособия.

Автор благодарит:

сотрудников Главного управления природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Омской области, а также ОАО ТПИ «Омскгражданпроект» за консультации по вопросам практического осуществления природоохранной деятельности;

кафедру «Городское строительство и хозяйство» СибАДИ в лице зав. кафедрой, доц., канд. техн. наук Кривошеина А.Д. и проф., д-ра техн. наук Сафронова Э.А. за научные консультации по вопросам специальных дисциплин;

коллектив кафедры «Инженерная экология и химия» за поддержку и помощь в подготовке рукописи к изданию.

Мы будем признательны за отзывы, критические замечания и полезные советы.

Г л а в а 1

УРБАНИЗАЦИЯ И ЭКОЛОГИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

1.1. Динамика урбанизации

Процесс роста и развития городов получил название *урбанизации* (лат. urbanus - городской). Этот поступательный процесс особенно ярко проявился в эпоху научно-технической революции. Если городское население Земли в 1800 г. составляло всего лишь 3%, в 1900 г. – 13,6%, то в 2000 г. в городах мира проживала почти половина населения планеты.

Город – один из видов социальной и пространственной организации населения, возникающий и развивающийся на основе концентрации промышленных, научных, культурных, административных и других функций. Город – это населенный пункт, как правило, с населением свыше 10 тыс. чел., преобладающее большинство которого занято в отраслях, не связанных с сельским хозяйством [1].

Город – рукотворный объект строительной деятельности человека. Философы связывают появление городов с процессом разделения труда, повлекшим за собой возникновение частной собственности и государства. Так, самым первым городом с миллионным населением был Рим еще во времена Юлия Цезаря (44...10 гг. до н.э.). Древний город, город феодальный, раннекапиталистический, индустриальный, постиндустриальный имеют свои отличительные признаки, обусловленные социально-экономическим укладом. Но город живет дольше, чем социально-экономический строй общества. Поэтому отдельные территории древних городов и городов феодализма являются частью территорий некоторых современных городов. Внешними и социальными чертами современного города являются многоэтажное строительство, широкое развитие общественного транспорта и каналов связи, превышение застроенной и заощенной частей территории над садово-парковыми пространствами.

В России определяющими признаками города являются: градообразующая функция, географическое положение, людность, административно-политические функции [1]. Градообразующую функцию определяют элементы народного хозяйства, непосредственно вызывающие появление новых городов или развитие существующих. Это предприятия и учреждения, имеющие народнохозяйственное и государственное значение: промышленные, энергетические, сельскохозяйственные предприятия (за исключением предприятий, обслуживающих только жителей данного населенного места); устройства внешнего транспорта (здания и сооружения), административно-политические, общественные и культурно-просветительные учреждения, значение которых выходит за пределы данного населенного пункта; научно-исследовательские учреждения и высшие учебные заведения;

строительно-монтажные и проектно-изыскательские организации; лечебные, оздоровительные учреждения, имеющие общесоюзное, областное и районное значение. Город выполняет преимущественно промышленные, транспортные, торговые, культурные и административно-политические функции.

В зависимости от людности (численности населения) города, в соответствии с Градостроительным кодексом Российской Федерации [2], подразделяются:

- на сверхкрупные города (численность населения свыше 3 млн. человек);
- крупнейшие города (численность населения от 1 млн. до 3 млн. человек);
- крупные города (численность населения от 250 тыс. до 1 млн. человек);
- большие города (численность населения от 100 тыс. до 250 тыс. человек);
- средние города (численность населения от 50 тыс. до 100 тыс. человек);
- малые города и поселки (численность населения до 50 тыс. человек).

Городское население проживает в городах и поселках городского типа. Сельское население – в сельских поселениях: селах, станицах, деревнях, хуторах, кишлаках, аулах, стойбищах, заимках. Рост городского населения происходит в основном за счет оттока сельского населения в города.

Настоящим веком урбанизации явился XX век. Мощное индустриальное развитие стран в этот период способствовало быстрому развитию городов. А демографический взрыв второй половины XX века вызвал ускорение темпов роста городского населения во всем мире (табл.1.1) [3].

Таблица 1.1

Рост городского населения за 1950-2000 гг.

Показатели	Годы			
	1950	1970	1990	2000
Население Земли, млн. чел.	2515	3698	5328	6000
Городское население в мире, млн. чел.	734	1391	2234	2820
Процент городского населения в мире	29	37	42	47

За последние 50 лет численность городских жителей возросла с 734 млн. до 2820 млн. чел., то есть увеличилась в 4 раза, а их доля в общей численности населения возросла с 29 до 47%. Общая тенденция увеличе-

ния доли городского населения по определенным регионам земного шара представлена в табл.1.2 [4].

Доля городского населения в Европе за 1950...2000 гг. возросла с 56 до 79%. Для стран Латинской Америки темпы роста городского населения составили в среднем 2,9% в год. Особенно интенсивно процессы урбанизации протекают в развивающихся странах.

Таблица 1.2

Процент городского населения в некоторых регионах мира

Регионы мира	Годы		
	1950	1986	2000
Северная Америка	64	74	78
Европа	56	73	79
Восточная Азия	43	70	79
Латинская Америка	41	65	77
Китай	12	32	40
Африка	15	30	42
Южная Азия	15	24	35
Российская Федерация	48	72	73

За вторую половину прошедшего века городское население России увеличилось на 25%. В настоящее время в Российской Федерации, при общей численности населения около 146 млн. человек, в городах и поселках городского типа проживает 106 млн. человек (73%), причем города занимают всего 0,3% территории страны [5].

Преобладающую роль в процессе урбанизации играет рост больших и более крупных городов. В мире насчитывается свыше 2,5 тыс. городов с населением более 100 тыс. жителей. На общем фоне урбанизации быстро увеличивается число гигантских городов – мегаполисов (крупнейших и сверхкрупных городов). Если в 1800 г., по данным ООН, в мире был только один город – Пекин с численностью населения более 1 млн., то в 1900 г. их стало 16, в 1950 г. – 59, к началу 2000 г. – 332, в 2010 г. ожидается 511, а в 2025 г. – 639, из которых 486 (76%) – в развивающихся странах. В 1900 г. существовал один город Лондон с населением более 5 млн. человек, в 1950 г. их стало 8, а в 2000 г. – 45. Быстро растет количество гигантских городов с численностью населения более 10 млн. человек: в 1950 г. их насчитывалось три (Нью-Йорк, Лондон, Шанхай), в 2000 г. – 24. При сохранении нынешних темпов прироста население города Мехико к 2010 г. может достичь 30 млн. человек [6].

Города мира значительно отличаются по плотности населения. Плотность населения в городах составляет от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч человек на 1 км². Например, Лос-Анджелес имеет 3,3, Дет-

ройт – 4,2, Чикаго – 5,8, Филадельфия – 5,8, Монреаль – 10,0, Нью-Йорк – 10,2, Осака – 16,6, Токио – 17,0, Калькутта – 28,6, Бомбей – 38,6 тыс. чел./км². С ростом численности населения города обычно растет и плотность его населения [7]. В совокупности эти факторы приводят к обострению экологической ситуации в городах.

С развитием урбанизации увеличивается площадь урбанизированных территорий. Ожидается, что к 2020 г. суммарная площадь городов составит 4% площади суши. Особенно быстро растет площадь мегаполисов. Например, территория г. Мехико с 1940 по 1990 г. увеличилась со 130 до 1250 км², территория г. Москвы за это же время – с 326 до 994 км² [6].

Для современного этапа урбанизации характерно увеличение числа агломераций. *Городская агломерация* – это территориально-экономическая интеграция групп плотно расположенных и функционально связанных населенных мест, различных по величине и народнохозяйственному профилю [1]. В современной мировой практике градостроительства городские агломерации разделяют на моно- и полицентрические.

1. Моноцентрические агломерации образуются вокруг города-центра. Такой город подчиняет своему воздействию все остальные поселения – пригороды, города-спутники. Он превосходит их по своим размерам и социально-экономическому потенциалу. К моноцентрическим агломерациям России относятся Московская, Нижегородская, Санкт-Петербургская.

2. Полицентрические агломерации включают несколько взаимосвязанных крупных городов. Это Уральская, Кузбасская, Самара-Тольятти-Сызранская агломерации в России. К числу наиболее известных полицентрических агломераций относятся: Рандштадт в Голландии, Рур в ФРГ, Пристон-Чарлей в Англии, Днепропетровско-Днепродзержинская на Украине.

Крупнейшие агломерации мира достигли численности в 16 млн. человек и более – это агломерации Мехико, Сан-Паулу, Шанхай и др. В нашей стране развитие агломераций идет более медленными темпами, крупнейшие из них: Московская – 13,5 млн. и Санкт-Петербургская – 5,5 млн. жителей.

Развитие агломераций формирует города-мегаполисы. Например, мегаполис «Босваш» Бостон-Вашингтон имеет протяженность 800 км вдоль Атлантики и ширину 150 км. Несмотря на то, что мегаполис занимает всего 1,5% территории США, жители его составляют 19% всего населения страны.

Формирование городов осуществляется за счет естественного прироста населения, его миграции, административных преобразований (например, включение в состав города пригородных поселений).

В последней трети XX века в развитых странах наметилась тенденция замедления скорости миграции населения в города, развиваются процессы

деурбанизации. *Деурбанизация* – обезлюдение крупных городов, сокращение их населения и относительного производственного потенциала [1]. Основной причиной деурбанизации является ухудшение природной среды и, как следствие, санитарно-гигиенических условий жизни в крупных городах. Состоятельная часть населения переселяется в более здоровые пригородные районы, из многоэтажных зданий в собственные дома. Наиболее интенсивно процесс переселения городского населения наблюдался в 60...80 годах. Так, население Лондона сократилось с 10588 тыс. чел. в 1970 г. до 10209 тыс. чел. в 1980 г.; население Западного Берлина с 1970 по 1980 гг. уменьшилось с 2124 тыс.чел. до 1957тыс. чел. Переселение населения из мегаполисов в пригородные зоны сопровождается ростом городов в периферийных районах.

Процесс, обратный урбанизации, протекает, например, в Великобритании: сокращается население в агломерациях и одновременно растет в сельской местности. Основной причиной являются структурные изменения в хозяйстве и обществе: улучшение транспортной инфраструктуры, создание филиалов промышленных объектов в сельской местности, развитие современных средств связи.

Несмотря на некоторое замедление темпов, характерных для развитых стран, процессы урбанизации продолжаются. В ближайшие 50 лет до 80% мирового населения будет жить в городах. Города являются точками роста Земной цивилизации. Города – это центры культуры. Урбанизация создала материальный, интеллектуальный, научно-технический и организационный потенциалы развития общества.

Вместе с этим урбанизация сопровождается градостроительной деятельностью, развитием коммунально-бытового хозяйства и промышленного производства, ростом автомобилизации. Все это, при больших концентрациях населения и высоких техногенных нагрузках в городах, способствует загрязнению и изменению природной среды, вызывает целый комплекс экологических проблем.

Урбанизация в России. Динамика численности городского населения, проживающего в городах и поселках городского типа, за последние 30 лет приведена в табл.1.3 [5]. Незначительное снижение доли городского населения (около 1%), начавшееся с 1991 г., объясняется в основном административными преобразованиями. Они связаны с изменением статуса городских поселений, перешедших в последние годы в сельские населенные пункты. Эти преобразования в большей степени затронули Алтайский край, Карелию, Ростовскую и Томскую области.

Динамика роста числа городов России и численности жителей в них во второй половине XX века приведена в табл. 1.4 и 1.5 [5]. Из них следует, что наиболее быстро увеличивается население больших городов и городов более крупного ранга. Так, за 40 лет, с 1959 по 1999 гг., население больших

и крупных городов возросло на 18 млн. человек, крупнейших и сверхкрупных – почти на 17 млн. человек, в то же время население малых и средних городов увеличилось только на 8 млн. человек. По статистическим данным на 1 января 2000 г., на территории России располагается 1087 городов. Из этого количества 164 города относятся к большим городам и городам более крупного ранга. В этих городах проживает 66 млн. жителей, что составляет 63% городского населения или почти 46% всего населения страны.

Таблица 1.3

Динамика численности населения Российской Федерации

Год	Численность всего населения РФ, тыс. человек	Численность городского населения, тыс. человек	Процент городского населения
1970	129941	80631	62
1979	137410	94942	69
1990	147662	108772	74
1995	147938	107887	73
2000	145559	106111	73

Таблица 1.4

Динамика числа городов Российской Федерации

Год	Количество городов с числом жителей, тыс. чел.							Всего
	До 10	10...19,9	20...49,9	50...99,9	100...499,9	500..999,9	1000 и более	
1959	161	238	289	97	78	12	2	877
1970	129	260	342	114	107	11	6	969
1995	107	259	370	175	136	20	12	1079
2000	116	273	361	173	131	21	12	1087

Таблица 1.5

Динамика численности населения городов Российской Федерации

Год	Численность населения в городах с числом жителей, тыс. чел.							Всего
	До 10	10...19,9	20...49,9	50...99,9	100...499,9	500..999,9	1000 и более	
1959	1012	3548	9199	6721	15459	8279	7946	52164
1970	841	3818	10884	7908	23316	8375	14856	69998
1991	710	3700	11800	11300	28900	13300	26300	96010
1995	728	3879	11955	11993	29301	13106	24322	95284
2000	783	4078	11705	11855	28240	13487	24556	94704

В течение длительного времени в России существовало только два города-миллионера – это Москва и Санкт-Петербург. С конца 1960-х годов к

ним присоединились новые города. По статистическим данным на 1 января 2000 г., число городов с численностью населения 1 млн. и более человек составляет 12. Ими являются города Москва (8,4 млн.), Санкт-Петербург (4,7 млн.), Новосибирск (1,4 млн.), Нижний Новгород (1,4 млн.), Екатеринбург (1,3 млн.), Самара (1,2 млн.), Омск (1,2 млн.), Казань (1,1 млн.), Уфа (1,1 млн.), Челябинск (1,1 млн.), Ростов-на-Дону (1,0 млн.), Пермь (1,0 млн.). Москва и Санкт-Петербург относятся к сверхкрупным городам, остальные 10 городов являются крупнейшими. В городах-миллионерах проживает 24,4 млн. человек, что составляет 23% численности городского населения России. К городам-миллионерам приближается Волгоград, имеющий 993 тыс. жителей [5].

Большой город – это авангард цивилизации. Именно большой город выражает в полной мере те черты урбанизации, которые определяют ее прогрессивное значение в истории цивилизации. Вместе с этим именно в больших городах наиболее остро встают экологические проблемы.

Российская урбанизация как часть мировой урбанизации характеризуется приоритетным ростом больших городов, формированием агломераций. Но вместе с этим российская урбанизация имеет свои особенности [8].

Большинство городов России молоды. Если в Западной Европе густая сеть городов сложилась издавна, столетия назад, то в России 2/3 существующих ныне городов получили городской статус только в XX веке. Из общего числа городов 43,3% (472 города) имеют возраст 60 и менее лет; 21,4% (393 города) – 40 и менее лет; 7,4% (81 город) – 20 и менее лет. Россия XX века была страной новых городов, и это определялось потребностями государства. Россия создавала новые города в связи с расширением государственной территории и ее хозяйственным освоением. Новые города были нужны России для обустройства территории, освоения природных богатств, развития промышленности, использования потенциала больших городов с помощью создания городов-спутников. Но молодость городов означает незавершенность их экономической базы, несформированность и неполноценность градостроительных структур.

Чаще всего города России имеют статус промышленного города. Именно промышленность явилась градообразующей базой большинства новых городов. Обилие городов с одним крупным предприятием, выпускающим монопродукцию, – характерная черта нашей страны.

Многие города России имеют отчетливо выраженные сельские черты. Это объясняется сельским происхождением городов, включением в городскую черту пригородных сельских поселений, возникновением в городах районов с усадебной застройкой, расположением по окраинам города садово-огородных участков.

Качественный сдвиг российской урбанизации выразился в возникновении городов новых типов. Среди них города-энергетики (Электрогорск,

Волхов, Обнинск, Сосновый Бор и др.), города-центры науки (Жуковский, Королев, Дубна, Пущино), академгородки в составе крупных городов (Новосибирск, Красноярск, Иркутск, Томск). Специфика отраслей народного хозяйства города определяет экологическое состояние окружающей среды.

Исторически сложившиеся крупные и крупнейшие города России в целом значительно отличаются от городов Западной Европы и еще более от городов США. По плотности населения лишь города Европейской части страны близки к городам Западной Европы. Плотность их населения около 10 тыс.чел./км². Города Урала и Сибири по плотности населения значительно им уступают. Например, Новосибирск, Омск, Пермь, Красноярск имеют плотность населения 4,0...4,9 тыс.чел./км² [7].

Центральные зоны многих городов Сибири до сих пор заняты частной одноэтажной застройкой. Неблагоустроенность застройки отрицательно отражается на санитарно-гигиенических условиях и, как следствие, на уровне жизни населения. Такое положение сложилось, в частности, в результате принятых когда-то волонтаристских решений в области градостроительства. Так, согласно постановлению правительства от 31 июля 1957 г. «О развитии жилищного строительства в СССР», совершен «переход к строительству крупных массивов на свободных территориях без сноса жилых домов, пригодных для проживания».

Плотность населения г. Омска составляет 4,5 тыс. чел./км². При этом капитальная застройка занимает 12,2% территории, частная – 11,1%, промышленная – 10,5%, озеленение – 11,1%, акватории – 7,2%, площадь аэропорта – 4,7%. Пустыри и незастроенные территории составляют 43,2%. В американском градостроительстве такая застройка получила название «перепрыгивающая». Ее характеризуют большие промежутки незастроенной территории между существующей и новой застройкой. Это повышает стоимость инфраструктуры, затрудняет последующее строительство общественных зданий и сооружений.

Для группы крупнейших городов в условиях умеренного климата верхняя граница плотности населения должна составлять 10 тыс. чел./км². Она отвечает градостроительным нормам, в том числе оптимальным условиям централизованного тепло- и водоснабжения [7].

Города США тоже имеют низкую плотность населения, как и города Сибири. Наличие больших свободных территорий и громадного экономического потенциала страны способствовало комфортабельной малоэтажной застройке большинства городов, исключая деловые центры. В США действует льготная разрешительная политика в области жилищного строительства, в результате которой обеспеченность общей площадью превысила 50 м² на одного жителя (на жителя России приходится только 15 м²). Высокий уровень обеспеченности жильем, в сочетании с комфортабельной малоэтажной застройкой и развитым транспортом, является причиной низ-

кой плотности населения городов США. Для этих городов характерна высокая плотность транспортной сети.

Естественно, этот путь развития городов очень дорогой и не всем странам доступен. Для России, по-видимому, более приемлем, на ближайшие десятилетия, опыт развития городов Западной Европы, городов довольно компактных, благоустроенных и экономичных.

Российская урбанизация с ее особенностями является частью мировой урбанизации и проявляется не столько в росте числа городов, сколько в увеличении численности их населения.

Вместе с населением растут территории городов. За счет территориального роста городов и возрастания числа агломераций увеличиваются площади урбанизированных территорий. Усиливается их влияние на прилегающие районы и природную среду всей планеты. Урбанизация способствует возникновению не только местных, но и глобальных экологических проблем. Она сопровождается преобразованием ландшафтов, способствует изменению биохимических циклов Земли. Крупный город изменяет все компоненты природной среды – атмосферный воздух, почву, растительность, поверхностные и подземные воды. Он воздействует на рельеф, грунты, гидрологическую сеть и даже на климат.

Город предоставляет человеку работу и максимум удобств, именуемых «качеством жизни». Это коммунальные, транспортные и информационные услуги, культурный досуг, возможность получения образования и т.д. Город – это комфорт, облегчение быта, плотность коммуникаций, большой выбор и доступность удовлетворения разнообразных потребностей.

Но вместе с этим из всех потребностей человека в городе не удовлетворяются самые важные: это потребности в чистом воздухе и чистой воде, тишине, первичных продуктах питания.

1.2. Город как искусственная среда обитания

Город – это экологическая система, созданная людьми. Основным представителем биоты города является человек. Человек доминирует над другими организмами – растениями, животными, птицами, насекомыми, микроорганизмами, которые также обитают на городской территории. Отношение фитомассы к зоомассе в городской экосистеме иное по сравнению с естественными экосистемами. Биомасса людей не сбалансирована с биомассой зеленых растений [9].

Абиотическую составляющую городской экосистемы представляет городская среда. Она является средой жизнедеятельности человека, а также средой обитания других организмов.

Городской средой в градостроительстве принято называть совокупность градостроительных объектов и объектов городских инфраструктур, образующих архитектурно-планировочную структуру города. Искусствен-

ная городская среда создается градостроительными средствами. Функцией ее является удовлетворение функционально-утилитарных и художественно-эстетических потребностей человека. Функционально-утилитарные потребности обеспечивает так называемая в теории градостроительства функциональная система организации городской среды. Это организация труда и быта населения, санитарно-гигиеническое благоустройство и др. Композиционная система организует художественно-эстетические потребности человека.

В экологии понятие «городская среда» рассматривается шире. Городская среда является, по сути, окружающей средой в пределах территории города. Определение «окружающая среда» дано в новом федеральном законе «Об охране окружающей среды» [10]. Используем аналогичное определение для понятия «городская среда». *Городская среда* – это совокупность антропогенных объектов, компонентов природной среды, природно-антропогенных и природных объектов.

Антропогенные объекты искусственной городской среды занимают основную часть территории города. К ним относятся жилые, общественные и промышленные здания, улицы, магистрали, площади, подземные переходы, стадионы, телебашни и другие сооружения. К числу антропогенных объектов относятся также транспортные и другие передвижные и технические средства. Антропогенные объекты делятся на градостроительные, производственные и объекты городских инфраструктур: транспортной, инженерной и социальной.

Компонентами природной среды города являются атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почвы, грунты, солнечный свет. Это компоненты среды обитания, без которых жизнь человека и других организмов невозможна.

К природно-антропогенным объектам относятся городские леса, парки, сады, озелененные территории жилых и промышленных районов, бульвары, скверы, защитные зоны, каналы, водохранилища и т.п. Природными объектами города являются памятники природы. На территории г. Омска, например, расположены следующие памятники природы: природный парк «Птичья гавань», городской дендрологический парк, омские лесные полосы, озеро Соленое и др. Природно-антропогенные и природные объекты вместе с компонентами природной среды образуют природную среду города, которая является важнейшей составляющей городской среды. Именно природная среда необходима для жизни и является ее основой. На рис. 1.1. показана структура городской среды как окружающей среды города.

Таким образом, городская экосистема состоит из биотической составляющей, основными представителями которой являются люди – жители города, и абиотической составляющей – городской среды. Городская среда представлена природной и антропогенной составляющими, а именно: при-

родной средой города и искусственной городской средой (антропогенными объектами). При этом природная среда и искусственная городская среда взаимосвязаны и взаимозависимы. Природная среда определяет градостроительные решения при создании искусственной городской среды. В свою очередь, искусственная городская среда как архитектурно-планировочная структура влияет на микроклимат города. Кроме того, производственные и другие антропогенные объекты воздействуют на природную среду города через хозяйственную и иную деятельность.

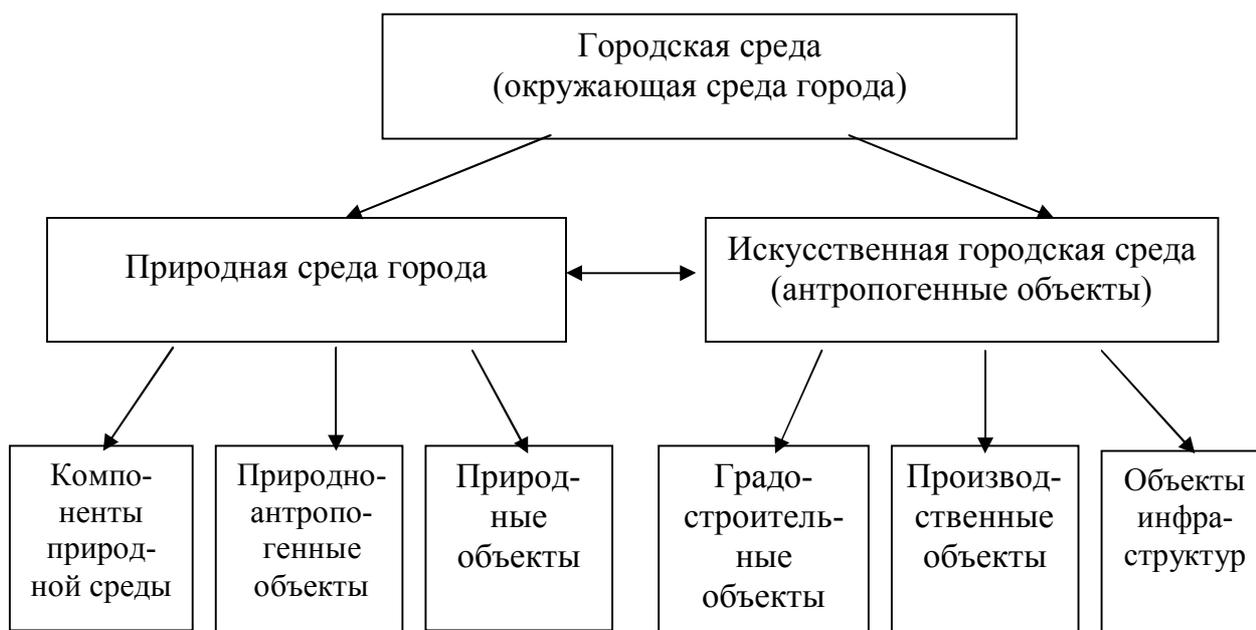


Рис. 1.1. Структура городской среды

В урбэкологии, или градостроительной экологии, городскую экосистему представляют как сложную полиструктурную систему [9, 11]. В основе этого представления также лежит выделение природной и антропогенной, биотической и абиотической составляющих городской экосистемы. Город – экологическая система, в которую входят две подсистемы – природная и антропогенная. При этом антропогенная подсистема включает все антропогенные объекты города и делится на три подсистемы. Природная подсистема включает природную среду города и его биоту и делится на четыре подсистемы. В свою очередь, каждая из подсистем делится на системы более низкого ранга (рис. 1.2).

Города как искусственные экологические системы отличаются от естественных экосистем. Городские системы гетеротрофны. Они характеризуются огромной потребностью в энергии. При этом солнечную энергию дополняет концентрированная энергия топлива.

Годовое потребление энергии крупными городами составляет несколько гигаджоулей ($1 \text{ ГДж} = 10^9 \text{ Дж}$) на 1 м^2 городской территории: Нью-Йорк –

21, Токио – 12, Москва – 4 ГДж/м² год. Тогда как потоки энергии в естественных экосистемах меньше в 100...1000 раз.

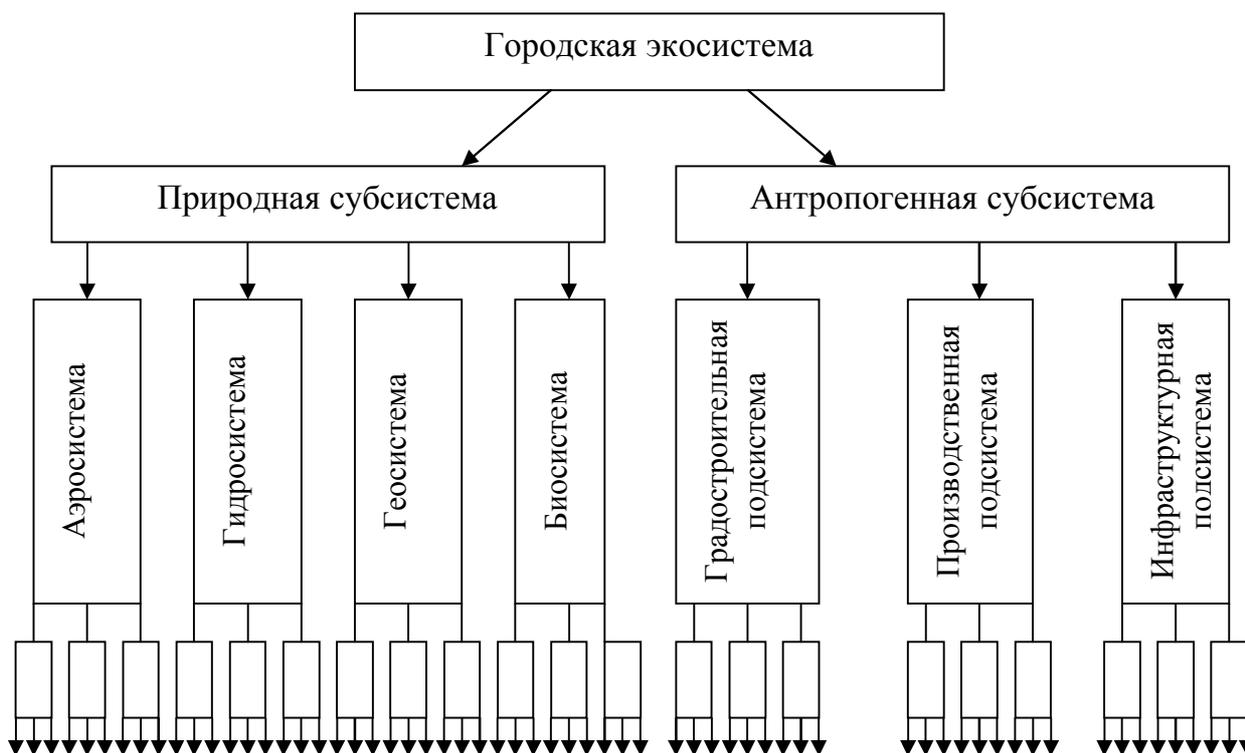


Рис. 1.2. Структура городской экосистемы

Суммарное потребление энергии человеком в городах развитых стран составляет в среднем 335 ГДж/год. С пищей он потребляет лишь 4 ГДж/год, следовательно, на все другие виды деятельности – трудовую, транспортную, ведение домашнего хозяйства, досуг, освещение и отопление квартир, работу предприятий и прочие – он расходует в 80 раз больше энергии, чем это требуется для физиологического функционирования организма [12].

Для выработки такого количества энергии требуется большое количество горючих ископаемых – нефти, газа, угля, торфа, сланцев, урана, месторождения, которых расположены вне города. Концентрируя большое количество энергии, часть ее города выделяют в окружающую среду. Температура воздуха в городе всегда выше, чем на территории вокруг него. Происходит это как за счет техногенной деятельности, так и за счет нагрева солнцем асфальтовых, бетонных и каменных поверхностей улиц, площадей, стен и крыш домов. Пищу в город ввозят извне. Чтобы накормить одного горожанина, требуется не менее 100 м² сельскохозяйственных угодий, включающих пашню, сенокосы и пастбища. Собственное производство продуктов питания (теплицы, пригородные сады) в городе незначительно. Поэтому городская экосистема сильно зависит от размеров сельского

он нуждается в пригородных пространствах.

Город потребляет огромное количество воды, основная часть которой расходуется на производственные процессы и бытовые нужды. Личное потребление воды в городах составляет от 150 до 500 л (дм³) в сутки. С учетом промышленности на одного горожанина приходится до 1000 л в сутки. Использованная городом вода поступает в пригородные водотоки в виде сточных вод.

Город выбрасывает в воздушную атмосферу газообразные вещества, жидкие аэрозоли, пыль. Город «производит» и накапливает большое количество промышленных и бытовых отходов. Древние города сформировали на почвах культурный слой, содержащий строительный и бытовой мусор древних эпох.

Таким образом, город нуждается в энергии, чистой воде, продуктах питания, сырье. Все это он получает извне, а поэтому зависит от своего окружения, т.е. является зависимой экосистемой. Город накапливает огромное количество веществ и отходов на своей территории и за ее пределами. Город – это аккумулирующая экосистема.

Модель города, составленная по принципу баланса, может быть представлена следующим образом. В город поступают потоки электрической энергии, топлива, сырья, пищевых продуктов. После их переработки и получения продукции в пределах территории города, в атмосферу выбрасываются газы, аэрозоли, пыль, в пригородные воды сливаются промышленные и бытовые стоки, на городские свалки поступают отходы. Выбросы, стоки, твердые и концентрированные отходы содержат вещества, загрязняющие воздух, воду и почву города.

Жизнедеятельность города – это последовательность непрерывных потоков энергии, веществ и продуктов их переработки. Интенсивность этих потоков зависит от численности и плотности городского населения, статуса города – вида и развития промышленности, объема и структуры транспорта.

Городская система, в отличие от естественной, не может быть саморегулирующейся. Все процессы жизнедеятельности города должно регулировать общество. Это потребление городом энергии, природных ресурсов, пищевых продуктов.

Потоки веществ и энергии, а также продуктов их переработки, поступающие на территорию города, нарушают материальный и энергетический баланс природной среды и изменяют естественные процессы круговорота веществ и перехода энергии по трофическим цепям. Город – это неравновесная система. Состояние неравновесности определяется масштабом антропогенных нагрузок города на окружающую среду. Показателями антропогенных нагрузок являются: плотность населения, площадь застроен-

ных и замощенных территорий, нагрузки от тяжести зданий и сооружений, объемы промышленного производства, уровень автомобилизации и т.п.

Рассмотрим понятие экологического равновесия территории применительно к тому району (области, краю, региону), где расположен город. *Экологическое равновесие* – это динамическое состояние природной среды, при котором она устойчиво функционирует. При этом основными функциями природной среды будут функции самовосстановления и самоочищения. Экологическое равновесие населенных мест сохраняется при допустимых антропогенных нагрузках, не превышающих емкость территории. *Емкость территории* – это количественно выраженная способность ландшафта удовлетворять потребности населения данной территории без нарушения экологического равновесия [13]. Выделяют потребности в площадях для строительства, в воде, в рекреационных ресурсах и т.п. Показателем, характеризующим потребности населения, является демографическая емкость. *Демографическая емкость* – это максимальное количество жителей, которое может проживать в границах района, при условии обеспечения потребностей населения и сохранения экологического равновесия [13].

Характеристиками функционирования природной среды, определяющими экологическое равновесие, являются: репродуктивная способность территории, ее экологическая емкость, геохимическая и биохимическая активность, устойчивость территорий к физическим нагрузкам [9]. Эти характеристики выражаются количественными показателями.

1. Репродуктивная способность территории – это способность территории воспроизводить основные компоненты природной среды: кислород атмосферного воздуха, воду, почвенно-растительный покров.

2. Экологическая емкость территории определяется как плотность биомассы представителей животного и растительного мира на единицу территории, с учетом оптимального состава и численности для данного природно-географического района. Экосистема тем устойчивее к неблагоприятным антропогенным воздействиям, чем полноценнее ее видовой состав, то есть чем больше ее биоразнообразие.

3. Геохимическая активность территории – это способность территории перерабатывать и выводить за свои пределы продукты техногенной деятельности – загрязняющие вещества.

4. Биохимическая активность территории обусловлена её способностью биологически перерабатывать органические загрязнения и нейтрализовать вредные воздействия неорганических загрязняющих веществ.

5. Устойчивость территории к физическим нагрузкам характеризует сопротивляемость ландшафта к физическим антропогенным нагрузкам (воздействие застройки, транспорта, инженерной инфраструктуры, рекреационных зон и т.п.).

Считается, что территория находится в состоянии *полного экологического равновесия*, если природная среда обеспечивает воспроизводство своих компонентов, фито- и зоомассы этих территорий сбалансированы и сложившееся биоразнообразие сохранено, степень геохимической активности ландшафтов и степень биохимической активности экосистем соответствуют уровню антропогенных загрязнений, а уровень физической устойчивости ландшафтов соответствует силе техногенных нагрузок. Полное экологическое равновесие зависит от климатических и гидрологических условий местности, лесистости, хозяйственного освоения территории [9].

Полное экологическое равновесие освоенных территорий не всегда достижимо. Поэтому кроме полного различают условное и относительное экологическое равновесие территорий [9]. При *условном экологическом равновесии* компоненты природной среды не воспроизводятся в полной мере. При *относительном экологическом равновесии* не соблюдаются как условия воспроизводимости компонентов природной среды, так и условия баланса биомассы; при этом геохимическая, биохимическая активности, а также физическая устойчивость территории соответствуют антропогенным воздействиям.

Экосистемы малых городов, городов-экополисов могут находиться в состоянии относительного экологического равновесия. Однако экосистема большого города от состояния экологического равновесия далека. Для воспроизводства компонентов природной среды требуются обширные территории. Природно-антропогенные и природные объекты плотно застроенного и замощенного асфальтом города воспроизвести компоненты природной среды не могут. Баланс биомассы в городе нарушен. Геохимическая и биохимическая активности территорий больших городов также оказываются недостаточными для нейтрализации загрязнений окружающей среды. Устойчивость городских территорий нарушается под воздействием физических антропогенных нагрузок. Поэтому количественные показатели репродуктивной способности, геохимической активности, экологической емкости городской территории значительно ниже показателей, характеризующих экологическое равновесие на территории района. Плотность населения большого города намного превышает демографическую емкость его территории.

Антропогенную нагрузку, создаваемую городом, компенсирует природная среда пригородов и прилегающих к нему территорий. Приблизить городскую экосистему к состоянию экологического равновесия можно, увеличивая площади естественных ландшафтов и озелененных территорий города, а также снижая антропогенные нагрузки. Для этого используется комплекс природоохранных мероприятий по снижению негативного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду. Город – это несаморегулирующаяся экосистема. Поэтому общество должно регулиро-

вать качество городской среды и воздействие антропогенных нагрузок на нее.

С развитием урбанизации антропогенные нагрузки на окружающую среду возрастают: повышается плотность населения, разрастаются территории городов и агломераций, возрастает плотность застройки городских территорий и насыщенность их инженерной инфраструктурой, увеличиваются объемы промышленного производства, растет уровень автомобилизации. Все это ведет к обострению экологических проблем городской среды.

1.3. Проблемы экологии и безопасности городской среды *

Среда современного большого города резко отличается от среды естественных экологических систем. Ее характеризуют: загрязнение химическими веществами и микроорганизмами, повышенный уровень физических воздействий (шум, вибрация, электромагнитные поля), информационное загрязнение. Город – это зона повышенной опасности возникновения дорожно-транспортных происшествий и промышленных аварий. Все экологические проблемы города являются следствием хозяйственной и иной деятельности людей. К наиболее острым проблемам экологии городской среды относятся: загрязнение атмосферного воздуха, проблема «чистой воды», охрана растительного покрова и почв, управление отходами. Они будут рассмотрены в главе 4 данного пособия.

В данном параграфе рассмотрим проблемы автомобилизации, пространственной организации территории города, природно-техногенных опасностей для геологической среды, проблемы видеозагрязнения и светового загрязнения среды города. Рассмотрим также глобальную экологическую проблему потепления климата, внимание к которой возросло в связи с подписанием и ратификацией странами мирового содружества Киотского Протокола.

Проблемы автомобилизации. Процесс урбанизации сопровождается бурным ростом автомобилизации во всех странах мира. Уровень автомобилизации в городах развитых стран составляет более 400 автотранспортных средств (АТС) на тысячу жителей (табл. 1.6) [7]. Автомобильный транспорт является основным загрязнителем городской среды. Кроме этого, следствием автомобилизации являются дорожно-транспортные происшествия (ДТП). Ежегодно во всем мире в ДТП погибает более 1 млн. человек. Результаты некоторых зарубежных исследований свидетельствуют о том, что на каждого погибшего приходится приблизительно 20...30 раненых, многим из которых требуется госпитализация. На лечение раненных в ДТП уходит 1...3% валового национального продукта каждой страны не-

* В подготовке принял участие Сафронов К.Э.

зависимо от уровня ее экономического развития. По данным Комиссии Европейского сообщества, примерно 1 из 80 жителей Европы умирает в возрасте 40 лет и 1 из каждых 3 европейцев проходит курс лечения в больницах вследствие аварий на дорогах. Каждый год в Европе в результате ДТП погибают 45 тыс. человек и 1,6 млн. человек получают ранения.

Уровень автомобилизации в России в 1998 г. составил 129 АТС, а к 2001 г. увеличился до 200 АТС на тысячу жителей. Несмотря на относительно невысокий уровень автомобилизации, уровень аварийности и дорожно-транспортного травматизма в России, по сравнению с развитыми странами, недопустимо высок (табл. 1.6).

Таблица 1.6

Уровень автомобилизации и относительные показатели аварийности по странам мира (1998 г.)

Страна	Количество ДТП, тыс. ед.	Количество легковых АТС на 1000 жит.	Количество ДТП на 100 тыс. жит.	Число погибших на 100 тыс. жит.	Число погибших на 10 тыс. АТС
Австрия	39,2	481	485	11	2
Франция	124,3	457	212	14	3
Португалия	49,3	451	521	20	3
Испания	97,6	409	248	15	3
Великобритания	236,0	403	418	6	1
Норвегия	8,9	403	200	8	2
Финляндия	6,9	392	134	8	2
Польша	61,9	230	160	18	7
Венгрия	20,2	220	200	14	5
Россия	160,3	129	110	20	9

Всего в 2000 г. на территории России зарегистрировано 157,6 тыс. ДТП, в которых погибло 29,6 тыс. и ранено 179,4 тыс. человек. В среднем из каждых 100 тысяч жителей страны в ДТП пострадали (погибли и получили ранения) 144 человека. Число погибших на 100 пострадавших составило 14 человек [7].

Основной причиной ДТП является несоответствие скорости АТС конкретным условиям движения (29% ДТП). Неудовлетворительные дорожные условия являются причиной 23% ДТП. Доля ДТП по причине технически неисправного транспорта составила 2,2% [14].

Среди всех пострадавших в ДТП людей абсолютное большинство составляют пешеходы. На их долю пришлось 44,1% от общего числа погибших и 38,4% - раненых. В среднем по стране из каждых 100 пострадавших пешеходов погибают 16 человек. На долю пострадавших водителей приходится соответственно 27,9 и 27,2% от общего числа погибших и раненых

участников дорожного движения. Средняя тяжесть последствий у травмированных в ДТП водителей составила 15 погибших на 100 пострадавших.

По расчетам специалистов, величина социально-экономического ущерба только от гибели и ранения людей за 2000 г. составила 191,7 млрд. рублей, что равно 2,8% валового внутреннего продукта РФ.

В соответствии с новой федеральной целевой программой «Модернизация транспортной системы России (2002-2010 годы)», подпрограммой «Безопасность дорожного движения», планируется реализация следующих мероприятий:

- создание специальной автотранспортной медицинской инфраструктуры, включающей научно-исследовательский центр и службы медицинского обеспечения автотранспортных предприятий;
- профилактическая работа с водителями, нарушающими Правила дорожного движения;
- совершенствование контроля за соблюдением установленных режимов труда и отдыха водителей;
- закупка контрольно-диагностического оборудования для проверки технического состояния транспортных средств;
- внедрение мероприятий по реализации Правил ЕЭК ООН и международных соглашений;
- разработка государственных стандартов по конструктивной и эксплуатационной безопасности транспортных средств;
- в сфере научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ предусматривается своевременное формирование нормативно-правовой, научно-технической и организационно-методической базы на новой законодательной основе [15].

Должен быть разработан ряд федеральных законов об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев автотранспортных средств, об автомобильных дорогах, о федеральном специализированном фонде безопасности дорожного движения.

Проблемы пространственной организации территории города. Они возникают из-за отсутствия четкого функционального зонирования территории и несоблюдения планировочных ограничений (см. параграф 2.2). На отсутствие четкого функционального зонирования городской территории указывают генеральные планы большинства городов России. Функциональное зонирование напрямую связано с границами зон планировочных ограничений.

Так, жилая застройка многих городов оказывается в зонах планировочных ограничений. Например, в г. Нижнем Новгороде и г. Омске часть новой застройки попадает в пределы ареала повышенного шумового воздействия аэропорта. Часть жилой застройки г. Туапсе находится в санитарно-

защитной зоне нефтеперерабатывающего завода, в г. Петрозаводске – на территории лесов первой категории защищенности и т.д. [16].

Размещение и развитие объектов городского хозяйства также не всегда соответствует природоохранным нормам. Например, в г. Туапсе городская свалка размещена в природоохранной зоне моря. Территории промышленных предприятий некоторых городов расширяются в селитебную зону [16].

Следует отметить, что одной из исторических причин возникновения указанных проблем явилось образование городов, связанное со строительством крупных промышленных предприятий. Строительство предприятий сопровождалось формированием при них жилых поселков. Развитие предприятий и расширение поселков способствовало формированию города с чересполосицей жилых и промышленных территорий. Жилая застройка изначально оказывалась размещенной в санитарно-защитной зоне предприятия. Нередко промышленные районы и отдельные предприятия сливались в гигантские промышленные образования, площадь которых достигала 20...30 км². Многие из них оказывались глубоко включенными в городскую структуру.

В городах Западной Сибири указанные проблемы связаны с эвакуацией промышленных и оборонных предприятий во время Великой Отечественной войны и строительством при них жилых поселков. Строительство обычно проходило без соблюдения планировочных ограничений. В результате значительная часть жилой застройки городов и ныне находится на территории санитарно-защитных зон. Например, в Омске некоторые крупные промышленные предприятия (Сибзавод, Агрегатный завод и др.) до сих пор находятся в центральной зоне города и вынос их не планируется.

Природно-техногенные опасности. Урбанизация породила новые виды экологических проблем, получившие название природно-техногенных или инженерно-геологических опасностей. Под *природно-техногенными опасностями* понимают процессы и явления, которые развиваются в геологической среде в результате техногенных воздействий [6]. К ним относятся: опускание территории, подтопление, карстово-суффозионные провалы, техногенные физические поля. Природно-техногенные процессы могут приводить к преждевременной деформации зданий и сооружений, ускоренному разрушению подземных коммуникаций, а в ряде случаев представлять угрозу для жизни людей. На территории городов техногенные воздействия вызывают появление новых или усиление медленно протекающих природных процессов.

Опускание территорий. Под влиянием тектонических движений земная поверхность медленно опускается или поднимается. На спокойных участках континентов подъем или опускание (либо чередование того и другого) происходит со скоростью от долей миллиметра до 2...3 мм/год. В

активных зонах земной коры, например в Гималаях, скорость подъема поверхности составляет 20...30 мм/год.

В городах, на фоне естественного движения поверхности Земли, наблюдаются локальные процессы опускания территории. Причинами опускания городских территорий являются дополнительные статические и динамические нагрузки от зданий, сооружений и транспортных систем города. Скорость и негативные последствия процессов значительно превосходят параметры природных явлений.

Так, если в основании сооружений залегают скальные грунты, их сжимаемость под влиянием самых высоких и массивных зданий не превышает 5...15 см. Если же объекты города возведены на слабых (глинистых, заторфованных, илистых) грунтах, сжимаемость грунтовых толщ резко возрастает, причем не только под отдельными зданиями, но и на всей территории города.

Особую опасность эти процессы имеют для городов, расположенных на морских побережьях, так как вследствие оседания суши возможно затопление городских территорий морскими водами. Проблемы затопления возникали в городах Токио, Осака, Венеция. Процессы опускания городских территорий усиливаются при извлечении подземных вод. Поэтому для защиты г. Токио и г. Осака от наводнений были построены дамбы и одновременно введены ограничения на объемы откачиваемых подземных вод.

Катастрофических размеров достигло опускание поверхности в г. Мехико. Процесс начался в конце XIX века. К концу 70-х годов XX века вся территория города опустилась более чем на 4 м, а его северо-восточная часть – на 9 м. Процесс удалось стабилизировать за счет сокращения объемов откачиваемых вод [6].

Опускание поверхности земли связано с добычей нефти и газа. При этом понижение уровня земной поверхности наблюдается на больших площадях, включающих и территорию городов. Так, добыча нефти и газа в районе г. Лонг-Бич (Калифорния, США) обусловила скорость оседания его территории к 1952 г. на 30...70 см/год. К началу 1960-х годов опускание поверхности достигло 8,8 м, а площадь оседания – 52 км². Были повреждены промышленные предприятия, жилые здания, транспортные пути, морской порт.

Процессы опускания территории происходят на нефтяных месторождениях Азербайджана, Венесуэлы, Италии, Таджикистана, Японии. Эта проблема актуальна для нефтяных месторождений Западной Сибири, так как опускание ее территории, даже на несколько десятков сантиметров, увеличит ее и без того сильную заболоченность.

Подтопление. Развитию процесса подтопления в городах способствует наличие в верхней части геологического разреза слабопроницаемых гли-

нистых прослоев, перекрытых сверху более проницаемыми песчаными и супесчаными отложениями. Подъем уровня грунтовых вод приводит к затоплению подвальных и технических помещений, заболачиванию территории. В результате снижается несущая способность грунтов и, как следствие, наблюдаются преждевременные деформации сооружений и подземных коммуникаций. Подтопление может вызывать загрязнение грунтовых вод, усиливать коррозию подземных коммуникаций, приводить к деградации почв и угнетению растительности.

Причиной подтопления городских территорий является усиление режима питания грунтовых вод и, как следствие, подъем их уровня. Природным источником питания грунтовых вод являются атмосферные осадки. Однако основными источниками питания грунтовых вод на городских территориях являются утечки из водопроводов, канализации, систем теплоснабжения. Ими также могут быть фильтрации из прудов и строительных котлованов. Согласно расчетам, только 30% инфильтрационного питания грунтовых вод в г. Москве формируются атмосферными осадками, остальные 70% образуют утечки из водонесущих систем города [6].

Процесс инфильтрации атмосферных осадков в почвогрунты городских территорий зависит от климатических условий местности, микроклимата застройки, природы грунтов. Подтоплению способствует нарушение естественных условий поверхностного стока воды из-за: строительной перепланировки территории (выравнивание рельефа, засыпка овражно-балочной сети и долин мелких рек), недостаточно развитой системы ливневой канализации, экранирования испаряющей поверхности территории непроницаемыми покрытиями (например, асфальтом), уменьшения проницаемости грунтов под воздействием веса зданий и сооружений, барражирования (перекрытия) потока грунтовых вод заглубленными конструкциями (например, подземными частями и фундаментами зданий, линиями метрополитена).

Проблема подтопления городских территорий существует в таких странах как Англия, Германия, Китай, Россия, Франция. Из 1087 городов России подтопление отмечается в 792 (73%). К числу таких городов относятся Москва, Санкт-Петербург, Омск, Новосибирск, Томск, Ростов-на-Дону, Новгород, Ярославль, Казань [6]. В настоящее время в подтопленном состоянии находится 80% территории г. Омска.

Карстово-суффозионные провалы. Развитие карстово-суффозионных процессов характерно для геологической среды с близким к поверхности залеганием растворимых и вымываемых пород: солей, гипса, известняка, мела. В этих местах часто образуются карстовые пустоты. Если они расположены на глубине не более 100 м от поверхности, кровля перекрывающих их пород может обрушиться, а на поверхности земли появится карстовая воронка. Подобные образования известны во многих странах – Австрии,

Англии, Италии, России, США, Индии, Испании и др. На территориях, сложенных карстующимися породами, могут находиться пустоты, возраст которых измеряется сотнями миллионов лет.

Устойчивость городских территорий, пораженных карстом, может нарушить интенсивная откачка подземных вод и изменение установившегося гидродинамического режима. В этом случае здесь развиваются карстово-суффозионные процессы, приводящие к образованию воронок природно-техногенного генезиса.

В России в районе г. Дзержинска на площади 283 км² с 1935 по 1959 гг. произошло 54 провала, а в районе г. Уфы за последние 65 лет зарегистрировано более 80 провалов. За последние 30 лет в северо-западной части Москвы образовалось 42 карстово-суффозионных провала. Провальные воронки имели диаметр от нескольких метров до 40 м, глубину от 1,5 до 5...8 м. Повреждены три пятиэтажных здания, жителей которых пришлось переселить, а дома разобрать [6].

Техногенные физические поля. Интенсивная хозяйственная деятельность в городах вызывает образование в геологической среде техногенных физических полей – вибрационных, блуждающих электрических токов, температурных.

Вибрационные поля обусловлены прежде всего движением транспорта. Они оказывают динамическое воздействие на грунты, вызывая снижение их несущей способности, ухудшают техническое состояние зданий и сооружений. Вибрационные поля негативно влияют на состояние здоровья населения.

Электрические поля блуждающих токов на территории городов образуются за счет утечек с электрифицированного рельсового транспорта, наземных промышленных установок, станций катодной защиты. Эти поля повышают коррозионную активность грунтов по отношению к подземным коммуникациям, например к стальным трубопроводам.

Температурные поля. В геологической среде урбанизированных территорий создаются зоны тепловых аномалий с повышением температуры над фоном до 10 и более градусов. Причинами этого явления могут быть: утечка нагретых вод из подземных коммуникаций, тепловыделение отдельных промышленных объектов, использование подземных вод в качестве охладителей систем кондиционирования воздуха, нарушение естественного режима поглощения солнечного тепла из-за сильной загрязненности атмосферы и экранирования значительной части площади городской территории различными объектами. Температурные аномалии повышают агрессивность грунтов и грунтовых вод по отношению к подземным сооружениям и коммуникациям, отрицательно влияют на почвенную биоту и состояние подземных вод.

Таким образом, природно-техногенные опасности, развиваемые в геологической среде городов при техногенных воздействиях, приводят к нарушению устойчивости зданий, сооружений и подземных коммуникаций, сокращают, по сравнению с проектным, период их безопасного функционирования. Устойчивость городских территорий, безопасное проживание на них, сохранение объектов города может быть обеспечено прежде всего районированием территории по природным условиям, созданием системы прогнозирования и предупреждения, принятием адекватных архитектурно-планировочных решений, использованием конструкций и зданий повышенной надежности.

Видеоэкология. В последнее время уделяется внимание экологической проблеме, которую может создать городской пейзаж, – так называемой «видеоэкологии» [17]. В городе изменяется видимая среда, ее цветовая гамма, структура окружающего пространства. Господство темно-серого цвета, огромное количество больших плоских поверхностей, преобладание прямых линий и углов, статичность большей части городских объектов – все это оказывает негативное влияние на эмоциональное состояние человека. Видимую среду городов могут представлять так называемые гомогенные и агрессивные поля. Гомогенные поля – это голые стены, монолитное стекло, глухие заборы, асфальтовые покрытия, гладкие крыши домов и т.п. Агрессивные поля – это большое число одинаковых и равномерно размещенных на поверхности элементов: окна на стене дома, плитки на тротуаре или стене, гофрированные поверхности и т.п. Отрицательное воздействие гомогенных полей заключается в том, что на гладкой поверхности глазу не на чем остановиться и в головной мозг поступает недостаточно информации. На агрессивном поле информация избыточна – глаз «не уверен», какой элемент он фиксирует. Гомогенные и агрессивные поля негативно влияют на работу центральной нервной системы и, в конечном итоге, на общее самочувствие человека.

Установлено, что декор зданий имеет функциональное значение и благотворно влияет на эмоциональное восприятие городской среды [17]. Лучшие творения зодчих по многообразию линий, заостренностей, контрастов и окраске не уступают природной видимой среде леса, гор, берега моря. Эти творения нравились их современникам, нравятся нам и, по видимому, будут нравиться нашим потомкам.

Видимая среда современного города может быть улучшена за счет архитектуры малых форм, разнообразной обработки поверхности железобетонных конструкций, отказа от однотипной застройки, окраски стен домов в разные цвета, широкого использования озеленения и т.п.

Видеозагрязнение вызывают также нарушения композиционных правил организации искусственной городской среды и изменения визуальных доминант природных и антропогенных ландшафтов. Типы архитектурных

форм города должны сочетаться с ландшафтом. Возможно, что природоподобие форм зданий является одним из наиболее простых способов достижения этой гармонии (рис. 1.3) [18].

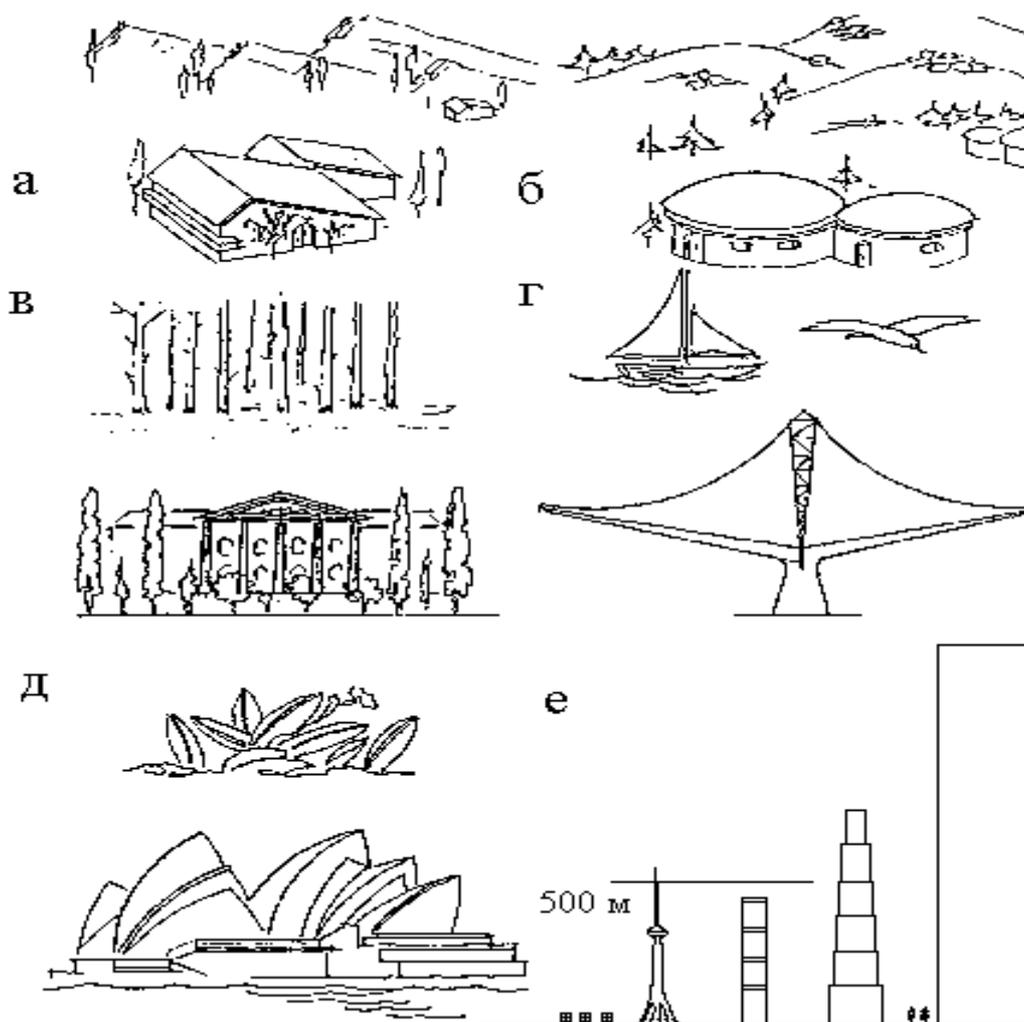


Рис. 1.3. Природоподобие архитектурных форм:

а, б – соответствие формам гор, холмов; в – соответствие форме деревьев; г, д – соответствие формам крыльев, парусов, раковин; е – не соответствующие размерам и формам природных объектов здания и сооружения (два здания справа: рисунок – в проекте; для сравнения у земли нарисованы высокие деревья и 3-этажные здания)

Созданные городские пейзажи не всегда совпадают со сложившимися визуальными образами. Это негативно влияет на человека, создает агрессивные поля видения и может вызывать психические заболевания.

Световое загрязнение окружающей среды – это экологическая проблема, о которой заговорили сравнительно недавно. Оно вызвано ночным электрическим освещением городов. Электрическое освещение улиц, зданий, рекламных щитов и вывесок стало широко использоваться с 20-х...30-

х годов прошлого столетия. Оно создает комфортные условия человеку в ночные часы. Но вместе с этим светящиеся города наносят большой вред остальной биоте. Птицы от действия искусственного света теряют ориентацию и меняют направление миграционных перелетов. Электрический свет негативно влияет на жизнедеятельность пресмыкающихся, обитающих на городских территориях. Сокращается численность, и меняются места обитания бабочек, жуков, mosкитов, а следовательно, и питающихся ими отдельных видов пернатых.

Глобальные экологические проблемы. Экологические проблемы городов затрагивают почти половину населения планеты. Урбанизированные территории занимают все большие площади суши, и экологические проблемы городской среды распространяются на все большие территории. Они охватывают все географические оболочки Земли.

При росте динамики урбанизации увеличиваются темпы хозяйственной деятельности и, следовательно, антропогенной нагрузки на окружающую среду. Техногенные воздействия распространяются в природных средах. Так, непрерывность воздушной среды, перемещение воздушных потоков способствуют переносу загрязнителей на большие расстояния и распространению их по огромной территории. Экологические проблемы могут перерасти за рамки местных, городских, и достичь масштаба глобальных, охватывающих всю планету.

В результате интенсивной производственной деятельности в земную атмосферу выделяются значительные объемы газообразных загрязняющих веществ. Они изменяют нормальный ход фотохимических и радиационных атмосферных процессов и способны привести к негативным изменениям климата и среды обитания живых существ в планетарном масштабе.

Выбросы в атмосферу оксидов азота и галогеносодержащих газов (фреона и др.) приводят к появлению «озоновых дыр» и к истощению озонового слоя. Озоновый слой является единственной защитой всего живого на Земле от губительного воздействия ультрафиолетовой солнечной радиации. Несмотря на огромные усилия, которые большинство стран затрачивает на ограничение выбросов в атмосферу озоноразрушающих веществ, истощение озонового слоя продолжается.

Во многих регионах мира (Европа, Япония, Северная Америка) в последние десятилетия непрерывно возрастает концентрация озона в приземном слое атмосферы. Озон за счет своих сильных окислительных свойств действует негативно не только на здоровье человека, но и на всю растительность, материалы и промышленные сооружения.

Потепление климата. Заметно возрос объем выбросов в атмосферу углекислого газа, метана и других газов, вызывающих «парниковый эффект». В последние годы концентрация углекислого газа в атмосфере увеличивается значительно быстрее, чем за любые предыдущие годы столетия.

него периода. Это приводит к потеплению атмосферы. По мнению специалистов, негативные последствия потепления уже начинают сказываться на изменении климата на планете. Отмечаются необычно теплые зимы и невиданная летняя жара, увеличение областей и продолжительности засух, образование пустынь, вымирание животных, возрастание числа и интенсивности разрушительных климатических катастроф.

Если не принимать срочных и решительных мер, то глобальное потепление в недалеком будущем может привести к таянию полярных льдов, повышению уровня мирового океана и затоплению значительных площадей обитаемых территорий. В 1997 г. в г. Киото (Япония) на Третьей конференции сторон Рамочной Конвенции ООН об изменении климата был принят Киотский Протокол, закрепляющий обязательства развитых стран и стран с переходной экономикой по ограничению и снижению количества поступления парниковых газов в атмосферу. Протокол представляет собой первый международный документ по защите климата.

В соответствии с Киотским Протоколом 186 стран должны к 2012 г. сократить объемы выбрасываемых парниковых газов в целом на 5 % от уровня 1990 г. Объемы сокращения не одинаковы. Развитые страны, в частности США, Япония и страны Европейского Союза, должны снизить выбросы на 7...8 %. Россия может не снижать выбросы, поскольку в 2002 г. они почти на 25 % ниже уровня 1990 г. и в ближайшие 10 лет не достигнут его. Протоколом предусмотрен механизм «торговли квотами» (разрешениями) на выбросы. Если страна не расходует свою квоту полностью, то она может продать часть национальной квоты другой стране.

Россия подписала Протокол в 1999 г. Весной 2001 г. США выступили с отказом от подписания Киотского Протокола. Летом 2002 г. Протокол был подписан 84 странами и ратифицирован 40 странами. Протокол вступит в силу только тогда, когда его ратифицируют 55 стран, причем среди них должны быть страны, ответственные за 55 % выбросов парниковых газов в 1990 г. Из них на долю России приходится 17 %. Это означает, что если Россия не ратифицирует протокол, он, в принципе, не может вступить в силу. На Всемирном Саммите по устойчивому развитию, проходившему в г. Йоханнесбурге (ЮАР) в 2002 г., Россия заявила о готовности ратифицировать Протокол. Киотский Протокол – это первый международный документ, использующий рыночный механизм как подход к решению глобальных экологических проблем.

Проблема снижения выбросов парниковых газов – это, по сути, проблема энергоэффективности и энергосбережения. Вопросы сохранения энергоресурсов и использования возобновляемых источников энергии рассматривались на последнем Саммите. Международный форум по энергетике, энергосбережению и устойчивому развитию проходил в г. Омске в июле 2002 г. Он был организован Фондом в поддержку экономики и ус-

тойчивого развития регионов Европы (FEDRE) совместно с Омской областью.

Таким образом, с учетом динамики урбанизации можно сделать следующее заключение. Если не предпринимать природоохранных мер, с течением времени проблемы экологии городов не будут оставаться местными проблемами. Уже сегодня эти проблемы перерастают в глобальные, мировые, представляя угрозу жизни настоящим и будущим поколениям людей и всему живому на Земле.

1.4. Пути устойчивого развития городской среды

Концепция устойчивого развития человечества впервые была принята на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 году. В Российской Федерации концепция устойчивого развития поддержана указом Президента РФ от 4.02.94 года № 236 «О государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития». Суть концепции заключается в «достижении глобальной устойчивости, не подвергая риску способности окружающей среды поддерживать жизнь в будущем». Основные положения государственной стратегии РФ по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития предусматривают два направления действия:

- решение текущих социально-экономических задач в неразрывной связи с осуществлением мер по защите и улучшению окружающей среды, сбережению и восстановлению природных ресурсов;
- обеспечение конституционных прав граждан на благоприятную окружающую среду и прав будущих поколений людей на пользование природно-ресурсным потенциалом.

Следующим важным документом стала «Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию», утвержденная Указом Президента РФ от 1.04.98 года №440. Она нацелена на сбалансированное решение задач социально-экономического развития на перспективу и сохранение благоприятного состояния окружающей среды и природно-ресурсного потенциала в целях удовлетворения жизненных потребностей населения. Концепция устойчивого развития определяет государственную политику любой отрасли народного хозяйства. Современная государственная градостроительная политика строится на концепции устойчивого развития поселений.

Устойчивое развитие городских поселений – это развитие территорий и поселений при осуществлении градостроительной деятельности в целях обеспечения градостроительными средствами благоприятных условий проживания населения, в том числе ограничения вредного воздействия хо-

зяйственной деятельности на окружающую природную среду и ее рациональное использование в интересах настоящего и будущего поколений [2].

Устойчивое развитие городов предполагает решение социально-экономических задач общества и в первую очередь обеспечение населения жильем. Создание благоприятных условий жилой среды включает эффективное функционирование систем жизнеобеспечения города.

К началу 90-х годов объемы жилищного строительства резко упали (со 125 квартир на 10 тыс. жителей в 60-х годах до 60 квартир к 1990 г.), и только к середине 90-х годов вновь наметилась тенденция к их возрастанию [19]. За годы социально-экономической реформы принято несколько десятков законодательных и нормативных актов, относящихся к жилищной сфере и оказавших существенное влияние на развитие городских поселений. Важнейшие из них – законы «О приватизации жилья в Российской Федерации», «Об основах федеральной жилищной политики», государственная целевая программа «Жилище», ряд указов Президента РФ. Современная жилищная политика опирается прежде всего на негосударственных инвесторов, внутренние ресурсы городских организаций, на сочетание строительства муниципального (социального) и коммерческого жилья, на новые правовые методы регулирования процессов градообразования.

Новые социально-экономические условия характеризуются многообразием форм собственности и особыми интересами различных социальных групп населения. В ходе пространственной организации жизни общества необходимо учитывать потребности этих групп населения, их культурные традиции, предпочтения в новых формах среды и т.п. На новом этапе социально-экономических отношений в обществе важное значение имеет рациональное решение вопросов собственности и рынка жилья. Для осуществления застройки и создания рынка жилья необходимо введение градо-строительных кадастров, системы государственной регистрации прав на недвижимое имущество.

В современной России 2000 года из 106 млн. городских жителей 62% проживают в 164 городах с населением, превышающим 100 тыс. человек в каждом, 11% – в 173 средних городах, а 26% горожан проживают в 2,6 тыс. малых городов и поселков. Крупные и крупнейшие города расширялись за счет многоэтажной застройки на свободных прилегающих территориях. При этом внутренние районы городов до последнего времени фактически не реконструировались. Рост городов и отставание в развитии инженерной, транспортной и социальной инфраструктур негативно сказывались на экономике городского хозяйства. Экологическая ситуация в городе и на прилегающих территориях продолжала ухудшаться. Малые города, не имея надлежащей экономической базы, приходили в запустение [19].

Каковы тенденции устойчивого развития городов России в настоящее время? Во многих городах наметилась реконструкция старозастроенных

районов, часто центральных. Города России переходят от политики застройки свободных территорий на окраинах к комплексной реконструкции освоенных территорий. Это позволяет улучшить структуру землепользования, инженерной, транспортной и социальной инфраструктур. Первоочередными объектами реконструкции становятся: частный сектор, города и районы массовой жилой застройки с крупнопанельными домами разных серий, морально и технически устаревшими.

Для современного развития городов характерна застройка индивидуальными жилищами (домами, коттеджами, особняками) пригородных зон. С развитием социально-экономических реформ во многих городах началась их структурная реорганизация. Для российских городов стали характерными районы административно-деловой застройки с появлением таких новых типов зданий как банки и офисы. Важной задачей градостроительной политики стало возрождение малых городов.

К социальному аспекту устойчивого развития городов относится сохранение историко-культурного потенциала страны. Стимулируется развитие малых и средних исторических городов России. Создана ассоциация исторических городов. Вступила в действие федеральная целевая программа на 2002...2010 годы «Сохранение и развитие архитектуры исторических городов». В рамках этой программы выполняются две подпрограммы: «Сохранение и развитие исторического центра г. Санкт-Петербурга» и «Возрождение, строительство, реконструкция и реставрация исторических и средних городов России в условиях экономической реформы».

Решению социальных вопросов способствует федеральная целевая программа «Жилище» на 2002...2010 годы, включающая подпрограммы: «Свой дом», «Обеспечение жильем граждан РФ, подлежащих отселению с комплекса «Байконур»», «Переселение граждан РФ из ветхого и аварийного жилищного фонда», «Обеспечение жильем беженцев и вынужденных переселенцев в РФ», «Обеспечение жильем молодых семей».

Основой устойчивого развития городов является охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. Указанные проблемы решаются в ходе проведения природоохранных мероприятий, в том числе градостроительными средствами.

Рациональное использование природных ресурсов осуществляется путем энерго- и ресурсосберегающих методов территориальной организации и градостроительства; проектирования и возведения энергосберегающих жилых зданий и производственных сооружений; применения наилучших существующих технологий при проведении хозяйственной и иной деятельности; вторичного использования сырья, использования нетрадиционных источников энергии и т.п.

Охрана городской среды в аспекте ее устойчивого развития осуществляется в процессе градостроительной деятельности с учетом экологиче-

ских приоритетов (градозэкологическая организация среды) [20]. Направления этого вида градостроительной деятельности:

- включение в планировочную структуру города природных ландшафтов – гор, водоемов, лесопарков;
- установление баланса между урбанизированными и природными площадями территории города;
- увеличение площади зеленых насаждений общего пользования за счет городских лесов и лесопарков;
- формирование озелененных санитарно-защитных зон между жилыми районами и промышленными предприятиями с учетом данных о фактическом загрязнении окружающей среды;
- вынос из жилых районов предприятий с вредными и опасными производствами;
- строительство окружных автомобильных дорог, скоростных магистралей для уменьшения транспортных потоков в черте города;
- строительство набережных, организация рекреационных зон на берегах водоемов и водотоков;
- освоение подземного пространства – строительство метрополитена;
- строительство природоохранных объектов;
- проведение экологического мониторинга окружающей природной среды, а также целого комплекса мероприятий природоохранного значения, которые будут рассмотрены в следующих главах.

Благоприятные условия проживания населения обеспечиваются экологическим благополучием городской среды. Последнее можно оценить с помощью медико-демографических и гигиенических показателей. Основные показатели:

- отношение средней продолжительности жизни к нормативу (величина показателя в цивилизованных странах – 1,0; пороговая – 0,9);
- для мужчин средняя продолжительность жизни – 64 года, для женщин – 74 года, в г. Омске – 60,5 и 72,8 соответственно, населения в целом – 67,5 лет (европейский ориентир – 89 ± 5 лет);
- интегральный показатель здоровья населения;
- доля выявленных инфекционных больных и бациллоносителей инфекционных болезней в общей численности населения (фактическая величина для цивилизованных стран – 0,01; пороговая – 0,1);
- суммарный коэффициент рождаемости (количество детей на одну женщину) для обеспечения воспроизводства должен быть 2,1...2,2.

Экологическое благополучие населения определяется также его уровнем жизни, обусловленным экономическими факторами. Основные показатели уровня жизни: среднемесячный, среднедушевой доход, соотношение среднедушевого дохода наиболее малообеспеченных и наиболее высоко-

кообеспеченных слоев населения, стабилизация безработицы, отношение расходов на социальные программы к валовому внутреннему продукту (ВВП). Путь устойчивого развития городской среды возможен только при согласованном решении экологических и экономических задач.

Комплексная оценка уровня экологического благополучия городской среды проводится по совокупности медико-демографических, санитарно-гигиенических и экономических показателей. Учитывается качественное состояние здоровья населения, природной и искусственной среды. Существует два варианта оценки: определение балльного показателя экологического благополучия и расчет индекса устойчивого развития города.

Для определения балльного показателя выделяют 7 ступеней экологического состояния городской среды, каждая из которых характеризуется определенной суммой баллов. Все ступени образуют так называемую «экологическую пирамиду» (рис.1.4) [20].



Рис. 1.4. Экологическая пирамида состояния городской среды

1-я ступень. *Краховое состояние* – массовые смертельные исходы среди населения, невозстанавливаемые поражения природной среды и разрушения функциональной и композиционной систем организации городской среды.

2-я ступень. *Катастрофическое состояние* – массовые заболевания населения, крупные поражения природной среды в масштабах города и региона, разрушения функциональной и композиционной систем с возможным их восстановлением.

3-я ступень. *Кризисное состояние* – сигнальные случаи заболевания населения, очаговые поражения природных ресурсов, нарушения требова-

ний градостроительных СНиПов и принципов композиции, затрудняющих реализацию функционально-утилитарных и художественно-эстетических потребностей человека.

4-я ступень. *Допустимое состояние* – отступления от нормы, не приводящие к заметным отклонениям в здоровье человека и в природной среде, отклонения от требований СНиПов и принципов композиции не вызывают художественно-эстетического и психологического дискомфорта.

5-я ступень. *Нормативное состояние* – соответствие санитарно-гигиеническим требованиям, на природную среду не оказываются больших антропогенных нагрузок, нормальное функционирование человеческого организма, флоры и фауны; соблюдение градостроительных СНиПов, принципов и правил композиции.

6-я ступень. *Оптимальное состояние* – учет индивидуальных потребностей человека; соответствие функциональной и композиционной организации искусственной среды местным природным условиям, потребностям конкретных социальных групп.

7-я ступень. *Гармоническое состояние* – совершенство и упорядоченность экологических, функциональных и эстетических отношений между населением, природной и архитектурной средой.

Отдельные зоны города характеризует балльный показатель, установленный в соответствии со степенями экологического состояния среды. Уровень экологического благополучия городской среды в целом оценивается в сумме баллов всех зон города с учетом весовых коэффициентов, установленных экспертной оценкой.

Расчет индекса устойчивого развития города проводится по формуле

$$I_{y.p.z} = \sum_1^n \frac{P_{cp}}{P_n} \cdot K_i ,$$

где n – число показателей, P_{cp} – средний или фактический показатель, P_n – нормативный показатель, K_i – весовой коэффициент i -го показателя.

В качестве показателей рекомендуется рассматривать степень загрязнений атмосферного воздуха (воды, почвы, растительности), среднюю продолжительность жизни, уровень среднедушевого дохода населения, отношение расходов на социальные программы к ВВП.

По значениям балльного показателя и индекса устойчивого развития города анализируется динамика изменения качества городской среды. Устойчивость и развитие городской среды предполагают повышение уровня экологического баланса населения.

Пути устойчивого развития городской среды определяются экологическим и градостроительным законодательством. Они формируются современной градостроительной и природоохранной политикой России. Документами, в которых указаны направления и планомерные действия по

улучшению состояния городской среды, являются стратегический и генеральный планы города. Стратегия города через его генеральный план позволяет выявить первоочередные задачи улучшения состояния городской среды, сопоставить их с ресурсными возможностями территории и экономическими возможностями их реализации.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается процесс урбанизации? Какова динамика урбанизации?
2. Особенности урбанизации в России в последние десятилетия.
3. Что включает в себя понятие «городская среда»?
4. Особенности формирования экосистемы большого города.
5. Причины возникновения ДТП и ущерб от них.
6. В чем заключаются проблемы пространственной организации территорий города?
7. Виды природно-техногенных опасностей. Какой причиняемый ими вред?
8. Проблемы видеоэкологии в крупных городах.
9. Изменение климата на планете, содержание Киотского Протокола.
10. Принципы устойчивого развития городских поселений.

Г л а в а 2

НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

2.1. Экологическое законодательство

Экологическое законодательство представлено федеральными законами, а также принимаемыми в соответствии с ними иными нормативными правовыми актами РФ и ее субъектов. Основными законами по регулированию и охране окружающей среды являются федеральные законы: «Об охране окружающей среды» (2002 г.), «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (1999 г.), «Об охране атмосферного воздуха» (1999 г.), Водный кодекс РФ (1995 г.), Земельный кодекс РФ (2001 г.), «Об отходах производства и потребления» (1998 г.), «Об экологической экспертизе» (1995 г.) [21].

Заглавным актом экологического законодательства является федеральный закон «Об охране окружающей среды» (Закон ООС), вступивший в силу с 12 января 2002 г. [10]. Закон ООС определяет правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды. Суть политики состоит в обеспечении сбалансированного решения социально-экономических задач, сохранении благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и рациональном использовании природных ресурсов в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений. Вместе с этой целью Закона ООС является укрепление правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечение экологической безопасности. Закон ООС предусматривает обеспечение конституционного права граждан на благоприятную окружающую среду.

В Законе ООС даются юридические определения окружающей среды и благоприятной окружающей среды. *Окружающая среда* – это совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов. *Благоприятная окружающая среда* – это окружающая среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов. При этом под качеством окружающей среды понимают ее состояние, которое характеризуется физическими, химическими, биологическими и иными показателями и (или) их совокупностью.

При проведении хозяйственной и иной деятельности происходит негативное изменение качества окружающей среды, то есть на нее оказывается негативное воздействие. *Виды негативного воздействия* на окружающую среду определены ст.16 Закона ООС:

- выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ;
- сбросы загрязняющих веществ и микроорганизмов в поверхностные и подземные водные объекты и на водосборные площади;
- загрязнение недр, почв;
- размещение отходов производства и потребления;
- загрязнение окружающей среды шумом, теплом, электромагнитными, ионизирующими и др. видами физических воздействий.

При регулировании качества окружающей среды необходимо учитывать все виды негативного воздействия. Законом ООС определены пять основных направлений *по регулированию качества окружающей среды города*.

1. Установление нормативов качества окружающей среды и нормативов допустимого воздействия на нее, глава V.
2. Проведение государственного мониторинга окружающей среды (государственного экологического мониторинга), глава X.
3. Проведение контроля в области охраны окружающей среды (экологического контроля), глава XI.
4. Осуществление мероприятий по охране окружающей среды, глава IV.
5. Экономическое регулирование в области охраны окружающей среды, глава IV.

Качество благоприятной окружающей среды регламентируется с помощью нормативов. Они устанавливаются по физическим, химическим, биологическим и иным показателям. Окружающая среда считается благоприятной, если показатели ее состояний не превышают нормативов. Нормативы устанавливаются с учетом научно-технических достижений и требований международных стандартов. На основе нормативов качества окружающей среды проводится нормирование допустимых воздействий на нее хозяйственной и иной деятельности. С их помощью оценивается реальное состояние окружающей среды. Виды нормативов качества окружающей среды и допустимого воздействия на нее рассматриваются в параграфах 2.3 и 2.4 учебного пособия.

Второе направление по регулированию качества окружающей среды заключается в проведении государственного экологического мониторинга. *Мониторинг окружающей среды (экологический мониторинг)* – это комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов (ст.1 Закона ООС). Государственный мониторинг окружающей среды осуществляется органами государственной власти РФ. Целью его проведения является получение достоверной информации о состоянии окружающей среды. Полученная информация используется для предотвращения или уменьшения неблагоприятных по-

следствий изменения состояния окружающей среды. Порядок организации и осуществления государственного экологического мониторинга устанавливается Правительством РФ (ст. 63).

Третье направление по регулированию качества окружающей среды – контроль в области охраны окружающей среды. *Контроль в области охраны окружающей среды (экологический контроль)* – это система мер, направленная на предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства, обеспечение соблюдения субъектами хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды (ст. 1 Закона ООС). Целью проведения экологического контроля является обеспечение исполнения природоохранного законодательства, соблюдение экологических требований и обеспечение экологической безопасности. В Российской Федерации осуществляются четыре вида экологического контроля: государственный, производственный, муниципальный и общественный (ст. 64). В настоящее время государственный экологический контроль осуществляет Главное управление природных ресурсов и охраны окружающей среды Министерства природных ресурсов РФ (федеральный орган исполнительной власти) в лице государственных инспекторов.

Государственные инспектора имеют право в установленном порядке (ст. 66):

- проверять соблюдение нормативных документов, работу очистных сооружений и др. обезвреживающих устройств, средств контроля и выполнения планов природоохранных мероприятий;
- проверять соблюдение требований, норм и правил при размещении, строительстве, вводе в эксплуатацию, эксплуатации и выводе из эксплуатации производственных и др. объектов;
- проверять выполнение требований, указанных в заключении государственной экологической экспертизы;
- предъявлять требования и выдавать предписания юридическим и физическим лицам об устранении нарушений законодательства;
- приостанавливать хозяйственную и иную деятельность юридических и физических лиц при нарушении ими законодательства;
- привлекать к административной ответственности лиц, допустивших нарушение законодательства в области охраны окружающей среды.

Следует отметить, что, согласно Закону ООС, по предписанию контролирующего органа допускается только приостановление деятельности предприятия. Полностью работа предприятия может быть остановлена только на основании решения суда (ст. 34 Закона ООС).

Производственный экологический контроль организуют сами субъекты хозяйственной и иной деятельности с целью обеспечения выполнения мероприятий по охране окружающей среды, рациональному использованию

и восстановлению природных ресурсов, а также в целях соблюдения требований, установленных законодательством. Сведения об организации производственного контроля представляются в органы, осуществляющие государственный и муниципальный экологический контроль (ст. 67).

Муниципальный экологический контроль должен осуществляться органами местного самоуправления или уполномоченными ими органами и в порядке, установленном нормативными правовыми актами органов местного самоуправления. Общественный экологический контроль должен осуществляться общественными и иными некоммерческими объединениями в соответствии с их уставами, а также гражданами в соответствии с законодательством. Результаты контроля представляются в органы государственной власти, органы местного самоуправления (ст. 68).

Четвертое направление по регулированию качества окружающей среды – это проведение природоохранных мероприятий. Оно определено ст. 15 Закона ООС: «Юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие хозяйственную и иную деятельность, оказывающую негативное воздействие на окружающую среду, обязаны планировать, разрабатывать и осуществлять мероприятия по охране окружающей среды в порядке, установленном законодательством».

К методам экономического регулирования деятельности в области охраны окружающей среды относятся (ст. 14):

- разработка федеральных программ в области экологического развития и целевых программ в области охраны окружающей среды;
- разработка и проведение природоохранных мероприятий;
- установление и взимание платы за негативное воздействие на окружающую среду;
- установление лимитов на выбросы и сбросы загрязняющих веществ и микроорганизмов, лимитов на размещение отходов производства и потребления и др. виды негативного воздействия на окружающую среду;
- проведение экономической оценки природных и природно-антропогенных объектов;
- проведение экономической оценки воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду;
- предоставление налоговых и иных льгот при осуществлении эффективных мер по охране окружающей среды: внедрение наилучших существующих технологий, нетрадиционных видов энергии, использование вторичных ресурсов;
- поддержка предпринимательской, инновационной и иной деятельности, в том числе экологического страхования, по охране окружающей среды;
- возмещение вреда окружающей среде.

Особое место среди природоохранных мероприятий занимают мероприятия по обращению с отходами производства и потребления. В соответствии со ст. 51 Закона ООС запрещается сброс отходов в поверхностные и подземные водные объекты, на водосборные площади, в недра и на почву. Основным же законом в области обращения с отходами является закон «Об отходах производства и потребления».

Санитарное законодательство по регулированию качества окружающей среды. Оно состоит из основного федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (1999 г.) [22], других федеральных законов, а также принимаемых в соответствии с ними законов и иных нормативных правовых актов РФ и ее субъектов. Основной Закон направлен на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения, на охрану здоровья граждан и благоприятной окружающей среды. При этом окружающая среда представляется Законом как *среда обитания человека*. Санитарно-эпидемиологические требования, обеспечивающие безопасность среды обитания для здоровья человека, приводятся в государственных санитарно-эпидемиологических правилах (санитарных правилах – СП, санитарных правилах и нормах – СанПиН, санитарных нормах – СН, гигиенических нормативах – ГН). Эти нормативные правовые акты содержат нормы оптимальных и предельно допустимых уровней влияния факторов среды обитания на организм человека. Гигиенические нормативы используются для регламентации качества окружающей среды.

Государственные санитарно-эпидемиологические правила (далее – санитарные правила) устанавливают единые санитарно-эпидемиологические требования:

- к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения;
- атмосферному воздуху в городских поселениях, воздуху жилых и др. помещений;
- почвам, содержанию территорий городских поселений;
- сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, хранению и захоронению отходов потребления и производства;
- жилым помещениям, эксплуатации общественных помещений, зданий, сооружений и т.п.

Согласно экологическому законодательству при осуществлении любой хозяйственной и иной деятельности, оказывающей негативное воздействие на окружающую среду, должны соблюдаться гигиенические нормативы и выполняться санитарные правила. За их соблюдением осуществляется санитарно-эпидемиологический надзор.

Рассмотрим основные статьи федеральных законов, регулирующих качество окружающей среды по отдельным природным компонентам – атмосферному воздуху, водам, землям и почвам.

Атмосферный воздух города. Основным законом по регулированию качества и охране атмосферного воздуха является закон «Об охране атмосферного воздуха» [23]. Регулирование качества воздушной среды осуществляется нормированием (ст. 11, 12), мониторингом (ст. 23), государственным, производственным и общественным контролем за охраной атмосферного воздуха (ст. 24...27), проведением мероприятий по охране атмосферного воздуха (ст. 9, 30).

Следует отметить, что выброс загрязняющих веществ стационарным источником допускается на основании разрешения территориального органа федеральной исполнительной власти – Главного управления природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России. Ст. 9 данного закона повторяет ст. 15 Закона ООС и гласит, что юридические лица должны разрабатывать и осуществлять мероприятия по охране атмосферного воздуха. Ст. 17 данного закона повторяет ст. 45 Закона ООС и посвящена регулированию выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве и эксплуатации транспортных и иных передвижных средств. Ст. 18 данного закона дополняет ст. 51 Закона ООС об обращении с отходами производства и потребления и запрещает сжигание отходов, в том числе дурнопахнущих веществ, без специальных установок. Эта статья наиболее часто нарушается природопользователями. В ст. 30 перечисляются обязанности всех природопользователей по охране атмосферного воздуха: проведение инвентаризации выбросов загрязняющих веществ, внедрение малоотходных и безотходных технологий, планирование и осуществление мероприятий по улавливанию, утилизации, обезвреживанию вредных выбросов и т.п. В соответствии с этой статьей информация об аварийных выбросах, вызвавших загрязнение атмосферного воздуха, должна быть немедленно передана в государственные органы надзора и контроля.

Поверхностные и подземные воды города. Водный кодекс РФ обеспечивает права граждан на чистую воду и благоприятную водную среду [24]. Это основной закон по охране поверхностных и подземных вод. В соответствии с Водным кодексом РФ качество поверхностных и подземных вод должно отвечать санитарным и экологическим требованиям (ст. 3), то есть требованиям к чистоте вод по нормируемым химическим, физическим и биологическим показателям, которые приводятся в соответствующих нормативных документах.

Нормативы качества воды определяются исходя из целевого использования водного объекта: питьевого, хозяйственно-бытового, промышленного и др. водопользования. На основе нормативов качества воды устанавливаются нормативы вредного воздействия на водные объекты (ст. 109).

В ст. 92 указываются общие обязательства водопользователей водных объектов: не допускать ухудшения качества поверхностных и подземных

вод; информировать органы государственной власти об аварийных и др. чрезвычайных ситуациях, влияющих на состояние водных объектов.

Глава 11 Водного кодекса РФ посвящена охране водных объектов. Общими требованиями к охране водных объектов, в том числе используемых в промышленности и энергетике, являются: сокращение изъятия и потерь воды, предотвращение их загрязнения, засорения и истощения, а также обеспечение сохранения температурного режима водных объектов (ст. 94, 137). При этом под *загрязнением водных объектов* понимается сброс, а также образование в них вредных веществ, которые ухудшают качество поверхностных и подземных вод, ограничивают использование либо негативно влияют на состояние дна и берегов водных объектов. *Засорение водных объектов* – это сброс или поступление иным способом в водные объекты предметов или взвешенных частиц, ухудшающих состояние и затрудняющих использование водных объектов. *Истощение вод* – устойчивое сокращение запасов и ухудшение качества поверхностных и подземных вод.

Граждане и юридические лица обязаны осуществлять производственно-технологические, гидротехнические, санитарные и др. мероприятия, обеспечивающие охрану водных объектов (ст. 92, 94). То есть ст. 92, 94 повторяют, в отношении водных объектов, требования ст. 15 Закона ООС об обязательном осуществлении мероприятий по охране окружающей среды. Ст. 96 повторяет ст. 51 Закона ООС и запрещает сброс в водные объекты и захоронение в них производственных, бытовых и др. отходов.

Особое внимание следует уделить водоснабжению городов. В соответствии со ст. 133 пригодность поверхностных и подземных вод для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения определяется государственным органом санитарно-эпидемиологического надзора. При этом поверхностные и подземные водные объекты защищаются от загрязнения зонами санитарной охраны.

Городские земли. В Земельном кодексе РФ регулирование отношений по использованию и охране земли осуществляется исходя из представлений о земле как о природном объекте, важнейшем компоненте окружающей среды [25]. Земля – это основа жизни и деятельности человека.

Регулирование состояния городских земель осуществляется:

- нормированием содержания загрязняющих веществ и микроорганизмов в почвах (ст. 13);
- проведением государственного мониторинга земель (ст. 67);
- проведением государственного, муниципального и производственного земельного контроля (ст. 71, 72, 73);
- осуществлением мероприятий по охране земель (ст. 13, 42).

Мероприятия по охране земель обязаны проводить все землепользователи – собственники земельных участков, лица, не являющиеся собствен-

никами, землевладельцы и арендаторы. Мероприятия включают два вида работ:

- 1) предотвращение негативного воздействия на землю (деградации, загрязнения, захламления, нарушения земель и т.п.);
- 2) восстановление и улучшение земель, подвергшихся негативным воздействиям.

Задачи проведения мероприятий по охране земель:

- сохранение почв и их плодородия;
- защита земель от водной и ветровой эрозии, подтопления, заболачивания, уплотнения, иссушения, загрязнения радиоактивными и химическими веществами, захламления отходами производства и потребления, биогенного загрязнения;
- ликвидация последствий загрязнения и захламления земель;
- рекультивация нарушенных земель, восстановление плодородия почв.

Так, при проведении строительных работ плодородный слой почвы снимается и используется для улучшения малопродуктивных земель (ст.13).

Отходы производства и потребления. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» определяет правовые основы обращения с отходами в целях предотвращения вредного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду [26].

В законе даются понятия: «отходы», «опасные отходы» и «обращение с отходами». *Отходы производства и потребления* – это остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства. *Опасные отходы* – это отходы, которые содержат вредные вещества, обладающие опасными свойствами (токсичностью, взрывоопасностью, пожароопасностью, высокой реакционной опасностью) или содержащие возбудителей инфекционных болезней, либо отходы, которые могут представлять собой непосредственную или потенциальную опасность для окружающей среды и здоровья человека самостоятельно или при вступлении в контакт с другими веществами. *Обращение с отходами* – это деятельность, в процессе которой образуются отходы, а также деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке и размещению отходов.

Отходы захламляют территорию города, загрязняют почвы, грунтовые воды и воздух в местах их размещения. Воздействие отходов на окружающую среду регулируется:

- нормированием в области обращения с отходами – установлением нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ст. 18, 11);

- проведением мониторинга состояния окружающей среды на территориях объектов размещения отходов (ст. 11, 12);
- проведением государственного, общественного и производственного контроля в области обращения с отходами (ст. 25, 26, 27);
- проведением мероприятий по уменьшению количества отходов (например, внедрение малоотходных технологий на основе новейших научно-технических разработок) и вовлечением отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья (ст. 25, 11).

Проекты нормативов образования отходов и лимитов на их размещение разрабатываются индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами. Территория города подлежит регулярной очистке от отходов в соответствии с экологическими, санитарными и иными требованиями (ст. 13). При этом предусмотрен отдельный сбор отходов (пищевые отходы, цветные и черные металлы, бумага, текстиль). Порядок сбора отходов определяется органами местного самоуправления.

Таким образом, экологическое законодательство определяет основные направления по регулированию качества окружающей среды города:

- установление нормативов по показателям качества окружающей среды;
- наблюдение за состоянием окружающей среды и оценка ее качества путем сравнения натуральных показателей с нормативными (экологический мониторинг);
- контролирование объемов выбросов, сбросов, отходов объектами хозяйственной и иной деятельности (экологический контроль);
- проведение мероприятий по охране окружающей среды; при этом законодательство предусматривает применение наилучших существующих технологий;
- экономическое стимулирование и регулирование природоохранной деятельности.

Регулирование окружающей среды осуществляется с учетом всех видов негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности – выбросов вредных веществ в атмосферный воздух, загрязнения недр и почв, размещения отходов, физических загрязнений. Указанные направления по регулированию качества окружающей среды формируют систему управления состоянием окружающей среды, целью которой является достижение и сохранение благоприятной и экологически безопасной среды жизнедеятельности.

2.2. Эколого-градостроительное законодательство

Требования в области охраны окружающей среды при градостроительной деятельности определены правовыми нормами законов и иных норма-

тивных правовых актов экологического законодательства. Градостроительное законодательство предусматривает выполнение этих требований, в том числе посредством градостроительных средств.

Законодательство Российской Федерации о градостроительстве состоит из Градостроительного кодекса Российской Федерации (ГК РФ), принятого в 1998 г. [2], иных федеральных законов и нормативных правовых актов РФ, а также законов и иных нормативных правовых актов субъектов РФ.

В составе документов, регламентирующих градостроительную деятельность, особое место занимают государственные строительные нормы и правила (СНиП). Это нормативно-технические документы. Соответствующие органы субъектов РФ выпускают территориальные строительные нормы (ТСН), в которых учитываются местные условия строительства. ТСН регистрируются в Госстрое России и включаются в систему нормативных документов.

Вопросам охраны окружающей среды, экологической безопасности и рациональному использованию природных ресурсов при градостроительной деятельности посвящены отдельные статьи ГК РФ и других федеральных законов, а также соответствующие разделы ТСН и СНиПов. В дополнение к СНиПам научно-исследовательскими и проектными организациями выпускаются пособия, руководства, рекомендации и положения по проработке вопросов охраны окружающей среды в проектной документации. Санитарно-эпидемиологические требования к планировке и застройке городских поселений устанавливают санитарные правила.

ГК РФ является основным законом, определяющим государственную градостроительную политику (ст. 2). Суть концепции современной государственной градостроительной политики – создание города для человека. Градостроительная политика должна учитывать современные социально-экономические условия России. Они характеризуются многообразием форм собственности, рыночными экономическими механизмами. При осуществлении градостроительной деятельности должны обеспечиваться необходимые условия для реализации конституционных прав граждан – каждый гражданин имеет право на благоприятную среду жизнедеятельности (ст. 7).

Законом ООС предъявляются следующие требования к градостроительной деятельности. При размещении, проектировании, строительстве, реконструкции городских поселений должны соблюдаться требования в области охраны окружающей среды, которые должны обеспечивать благоприятное состояние окружающей среды для жизнедеятельности человека, а также для обитания растений, животных и других организмов, устойчивого функционирования естественных экологических систем (ст. 44).

Законом ООС предусмотрено расширение приоритета «благоприятной среды для жизнедеятельности человека» до «благоприятной среды для жизнедеятельности человека, для обитания растений, животных и других организмов». В этом проявляется забота об окружающей среде. Сохранение биологического разнообразия и устойчивого функционирования естественных экологических систем обеспечивает выполнение ими средообразующих и средовосстанавливающих функций. Окружающая среда, оставаясь благоприятной сегодня не только для жизнедеятельности человека, но и для обитания других организмов, будет оставаться благоприятной и в будущем для следующих поколений людей.

В соответствии со ст.1 ГК РФ *градостроительная деятельность* включает деятельность в области градостроительного планирования и развития территорий и поселений, определения видов использования земельных участков, проектирования, строительства и реконструкции объектов недвижимости.

Экологическое содержание градостроительной документации. В ст. 28 ГК РФ перечисляются виды и указывается назначение градостроительной документации. Документация о градостроительном планировании и развитии территории города включает в себя генеральный план города и проекты черты города. Документация о застройке территории города – проекты планировки частей территории города, проекты межевания территорий, проекты застройки кварталов, микрорайонов и других элементов планировочной структуры города.

Основой градостроительной документации является генеральный план. В генеральном плане городского поселения определяются (ст. 35):

- основные направления развития территории поселения с учетом особенностей социально-экономического развития, природно-климатических условий, численности населения;
- зоны различного функционального назначения и ограничения на использование территорий указанных зон;
- меры по защите территорий городского поселения от воздействия чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, развитию инженерной, транспортной и социальной инфраструктур;
- соотношение застроенной и незастроенной территорий городского поселения;
- территории резерва для развития городского поселения.

Совокупность перечисленных направлений планирования будет определять условия формирования среды жизнедеятельности, ее экологического и санитарного благополучия.

Разработка градостроительной документации включает три основных направления по регулированию окружающей среды:

- 1) зонирование территорий;

2) соблюдение требований охраны окружающей среды, экологической безопасности и санитарных правил;

3) оценка воздействия на окружающую среду градостроительных объектов.

Зонирование территорий. В ГК РФ дается следующее определение зонирования. *Зонирование* – это деление территории на зоны при градостроительном планировании развития территорий и поселений с определением видов градостроительного использования установленных зон и ограничений на их использование.

Статьей 40 ГК РФ, а также ст. 85 Земельного кодекса РФ определены виды территориальных зон различного функционального назначения:

- 1) жилые зоны;
- 2) общественно-деловые зоны;
- 3) производственные зоны;
- 4) зоны инженерной и транспортной инфраструктур;
- 5) рекреационные зоны;
- 6) зоны сельскохозяйственного использования;
- 7) зоны специального назначения;
- 8) зоны военных объектов, иные зоны режимного назначения.

Жилые зоны предназначены для застройки жилыми домами. В общественно-деловых зонах размещаются объекты здравоохранения, культуры, торговли, общественного питания, бытового обслуживания, а также образовательные, административные, научно-исследовательские учреждения, стоянки автомобильного транспорта, культовые здания и прочее. В производственных зонах размещаются промышленные, коммунальные и складские объекты. В зонах инженерной и транспортной инфраструктур размещаются и функционируют сооружения и коммуникации автомобильного, железнодорожного, речного, воздушного и трубопроводного транспорта, связи, инженерного оборудования. Рекреационные зоны включают в себя парки, сады, городские леса, лесопарки, пляжи. В зонах специального назначения размещаются кладбища, крематории, скотомогильники, свалки бытовых отходов. Любая территориальная зона может включать в себя территории общего пользования (площади, улицы, проезды, дороги, набережные, скверы, бульвары, водоемы).

На территории городских поселений, кроме зон определенного функционального назначения (с определенным видом градостроительного использования), выделяются зоны, использование территорий которых для градостроительной деятельности ограничено. В соответствии со ст. 37 ГК РФ к ним относятся:

- зоны охраны памятников истории и культуры, историко-культурных комплексов и объектов;
- заповедные зоны;

- зоны особо охраняемых природных территорий;
- санитарные, защитные и санитарно-защитные зоны;
- водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы;
- зоны санитарной охраны источников водоснабжения;
- территории, подверженные воздействию чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
- зоны чрезвычайных экологических ситуаций и экологического бедствия.

Заповедный фонд образуют национальные, дендрологические и природные парки, ботанические сады, памятники природы. Заповедные зоны, а также природные объекты, имеющие особое природоохранное, научное, историко-культурное, эстетическое, рекреационное, оздоровительное значение, относятся к особо охраняемым природным территориям (ст. 58 Закона ООС, ст. 94 и 95 Земельного кодекса РФ).

В целях охраны окружающей среды на территориях городских поселений создаются зеленые зоны (ст. 44 Закона ООС). Зеленые зоны города выполняют функции экологического, санитарно-гигиенического и рекреационного назначения. Кроме того, зеленые зоны, расположенные в кварталах и микрорайонах городских поселений, могут быть защитными и охранными зонами, в том числе объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду (ст. 52 Закона ООС). Совокупность зеленых зон составляет зеленый фонд городских поселений (ст. 61 Закона ООС).

Санитарно-защитные зоны устанавливаются вокруг объектов хозяйственной и иной деятельности. Эти объекты обычно располагаются в производственных зонах, зонах инженерной и транспортной инфраструктуры и зонах специального назначения. Размер санитарно-защитной зоны определяется необходимым расстоянием от объектов до территорий жилых, общественно-деловых и рекреационных зон города. Это расстояние обеспечивает прекращение вредного воздействия объектов на население.

К территориям, подверженным воздействию чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, относятся [27]:

- опасные зоны отвалов пород угольных, сланцевых шахт и обогатительных фабрик, оползней, селевых потоков и снежных лавин;
- зоны возможного катастрофического затопления в результате разрушения плотин и дамб;
- сейсмические районы, непосредственно прилегающие к активным разломам.

Зонами чрезвычайных экологических ситуаций и экологического бедствия являются территории, загрязненные химическими и биологическими веществами, вредными микроорганизмами, радиоактивными веществами выше установленных норм и представляющие собой угрозу здоровью че-

ловека (ст. 10 ГК РФ). Эти территории подлежат консервации и специальной обработке.

Схемы зонирования территорий составляются при разработке градостроительной документации о градостроительном планировании развития поселений и об их застройке. Эти схемы определяют вид использования территорий и устанавливают ограничения на их использование для градостроительной деятельности. Зонированием территорий регулируется качество окружающей среды, так как направлено оно на предотвращение чрезмерной концентрации населения и производства, на уменьшение загрязнения окружающей среды, охрану особо охраняемых природных территорий и защиту от воздействия чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Соблюдение требований охраны окружающей среды, экологической безопасности и санитарных правил при разработке градостроительной документации установлено ст. 10 ГК РФ. Требования по охране окружающей среды и санитарные правила к осуществлению градостроительной деятельности приводятся:

- в соответствующих разделах строительных норм и правил;
- в санитарных правилах.

Указанные требования представлены в виде градостроительных правил и нормативов. Их выполнение обеспечивает защиту окружающей среды, а также соблюдение санитарно-гигиенических нормативов, в том числе по микроклимату.

Примеры из СНиПа «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», раздел «Охрана окружающей среды, памятников истории и культуры» [27].

1. Селитебные территории следует размещать с наветренной стороны по отношению к производственным предприятиям, которые являются источниками загрязнения атмосферного воздуха (п. 9.8).

2. Селитебные территории следует размещать выше по течению водотоков и водоемов относительно сбросов производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод (п. 9.10).

3. Расстояние между жилыми, жилыми и общественными, а также производственными зданиями следует принимать на основе расчетов норм инсоляции и освещенности (п. 2.12). Даются ссылки на нормы инсоляции и освещения.

Примеры из СанПиН «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» [28].

1. Минимальные размеры санитарно-защитных зон:

предприятий первого класса – 1000 м;

предприятий второго класса – 500 м.

2. Ближайшее расстояние от оси проектируемых воздушных линий электропередачи (ВЛ) до границы населенного пункта должно быть не менее:

250 м – для ВЛ напряжением 750 кВ;

300 м - для ВЛ напряжением 1150 кВ.

Для соблюдения требований экологической безопасности используется информация, содержащаяся в территориальных комплексных схемах.

Территориальные комплексные схемы охраны природы и природопользования (ТерКСОП) разрабатываются для зон чрезвычайной экологической ситуации и экологического бедствия территории субъектов РФ, территориально-производственных комплексов, городов – крупных промышленных центров и отдельных промышленных комплексов (ст. 10 ГК РФ). ТерКСОП – это экологически ориентированный градостроительный документ. Он включает анализ и оценку экологического состояния природной среды, расселения населения и территориальную организацию производительных сил, состояния инфраструктуры, условий жизнедеятельности, состояния природных и историко-культурных комплексов, а также предлагаемые меры по оздоровлению окружающей среды, охране и рациональному использованию природных ресурсов, меры по предотвращению чрезвычайных ситуаций и т.п. [29].

При разработке градостроительной документации предусмотрена оценка воздействия градостроительного объекта на окружающую среду. *Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС)* – это вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления (ст.1 Закона ООС).

ОВОС проводится при разработке всех альтернативных вариантов предпроектной, в том числе предынвестиционной, и проектной документации (ст. 32 Закона ООС). Оценивается влияние градостроительного объекта на все компоненты и объекты природной среды: атмосферный воздух, водные объекты, почвы и т.д. Процедура ОВОС сопровождает разработку раздела «Охрана окружающей среды», который входит в градостроительную документацию всех видов (ст. 10 ГК РФ). Правильность выводов ОВОС проверяет государственная экологическая экспертиза.

Экологическая экспертиза введена как мера по предотвращению принятия экологически непродуманных решений уже на стадии разработки соответствующей документации. Федеральный закон «Об экологической экспертизе» введен в действие в ноябре 1995 г. [30]. В законе дано определение экологической экспертизы. *Экологическая экспертиза* – это установление соответствия намечаемой хозяйственной и иной деятельности экологическим требованиям и определение допустимости реализации объекта экологической экспертизы.

Одним из основных принципов закона «Об экологической экспертизе» является принцип презумпции потенциальной экологической опасности любой намечаемой хозяйственной или иной деятельности. Это означает,

что инициатор любой деятельности должен доказать ее экологическую безопасность.

Закон определяет права граждан в области экологической экспертизы – возможность получения информации и участия в обсуждении намечаемой деятельности и т.д. Законом определена процедура проведения общественной экологической экспертизы. Этапом, предшествующим государственной экологической экспертизе, является ведомственная экспертиза. Государственная экологическая экспертиза осуществляет предупредительный контроль в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, экологической допустимости и экономической целесообразности реализации намечаемой деятельности в предплановой, предпроектной и проектной документации.

Государственной экологической экспертизе подвергаются все виды документации на проведение намечаемой градостроительной и строительной деятельности:

- градостроительная документация – генпланы городов, проекты планировки и проекты застройки;
- предпроектная документация – обоснование инвестиций в строительство объектов, промпредприятий и комплексов;
- проектная документация – проекты и рабочая документация для строительства предприятий, зданий, сооружений.

Положительное заключение экспертизы дается при наличии санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии объекта градостроительной или строительной деятельности санитарным правилам. Положительное заключение государственной экологической экспертизы дает разрешение на реализацию объекта; отрицательное заключение экспертизы запрещает реализацию объекта, но может служить обоснованием для последующей доработки проекта при выборе альтернативного варианта.

Охрана окружающей среды при строительстве и реконструкции объектов недвижимости предусматривает систему мероприятий по санитарной очистке территорий, восстановлению природной среды, рекультивации земель, благоустройству территорий и иных мероприятий по охране окружающей среды (ст. 33 и 37 Закона ООС).

Таким образом, в соответствии с эколого-градостроительным законодательством, деятельность всех этапов градостроительства ориентирована на регулирование и охрану окружающей среды. В градостроительном планировании и проектировании осуществляется: зонирование территорий, соблюдаются требования охраны окружающей среды, экологической безопасности и санитарных правил, проводится оценка воздействия на окружающую среду градостроительных объектов. При застройке городских поселений осуществляются мероприятия по охране окружающей среды: санитарная очистка и озеленение территорий, восстановление природной

среды, рекультивация земель. Эколого-градостроительное законодательство предусматривает обеспечение градостроительными средствами благоприятной среды жизнедеятельности.

2.3. Требования к качеству городской среды

Воздух, воды и почвы в городе подвергаются негативному воздействию хозяйственной и иной деятельности. В результате этого физические, химические и биологические показатели их качества ухудшаются и могут сильно отличаться от соответствующих показателей для компонентов естественных экологических систем. Плохое качество окружающей среды создает угрозу здоровью человека, животных, растений и негативно влияет на все объекты городской экосистемы.

Регламентация качества окружающей среды и воздействия на нее хозяйственной и иной деятельности осуществляется с помощью нормирования. *Нормирование в области охраны окружающей среды* заключается в установлении нормативов качества окружающей среды и нормативов допустимого воздействия на нее. Эти нормативы представлены в ст. 1 и 19...28 Закона ООС. Их система показана на рис. 2.1. Нормативы в области охраны окружающей среды разрабатываются, утверждаются и вводятся в действие на основе современных достижений науки и техники с учетом международных правил и стандартов (ст.19 Закона ООС) [10].

Нормативы качества окружающей среды – это нормативы, которые установлены в соответствии с физическими, химическими, биологическими и иными показателями для оценки состояния окружающей среды и при соблюдении которых обеспечивается благоприятная окружающая среда (ст. 1 Закона ООС). К нормативам качества окружающей среды относятся нормативы предельных допустимых концентраций (ПДК) химических веществ и микроорганизмов. *Нормативы ПДК* химических, иных веществ и микроорганизмов – это нормативы, которые установлены в соответствии с показателями предельно допустимого содержания химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов в окружающей среде и несоблюдение которых может привести к загрязнению окружающей среды, деградации естественных экологических систем (ст. 1 Закона ООС).

К нормативам биологических показателей состояния окружающей среды относятся виды и группы растений, животных и других организмов, используемых как индикаторы качества окружающей среды (ст. 21 Закона ООС). Нормативами физических показателей состояния окружающей среды являются показатели уровней допустимых воздействий физических факторов, в том числе показателей уровней радиоактивности и тепла (ст. 1 и 21 Закона ООС).



Рис. 2.1. Схема нормативов в области охраны окружающей среды

В Законе ООС использован экологический подход к определению нормативов качества окружающей среды. Он заключается в следующем. При соблюдении всей совокупности нормативов окружающая среда является благоприятной и обеспечивает устойчивое функционирование природных и природно-антропогенных объектов. Это означает, что природные составляющие окружающей среды выполняют функции самовосстановления и самоочищения. При антропогенном воздействии изменение состояния окружающей среды может происходить в допустимых пределах, но при этом устойчивое функционирование естественных экосистем не нарушается. Этим обеспечивается благоприятное состояние окружающей среды для жизнедеятельности человека, а также для обитания других организмов. При установлении нормативов качества окружающей среды должны учитываться природные особенности территорий и акваторий, назначение природных и природно-антропогенных объектов (ст. 21 Закона ООС).

В настоящее время для регламентации качества окружающей среды города используются санитарно-гигиенические нормативы. Санитарно-гигиеническим нормативом является *предельно допустимая концентрация (ПДК)* – это наибольшая концентрация вредного вещества в среде (воздухе, воде, почве), которая при более или менее длительном действии на организм – контакте, вдыхании, приеме внутрь – не оказывает влияния на здоровье и не вызывает неблагоприятных последствий у потомства. В зависимости от длительности действия вредного вещества, чувствительности организма, условий его жизнедеятельности и др. обстоятельств различают ПДК среднесуточные (ПДК_{с.с.}), максимально разовые (ПДК_{м.р.}), ПДК рабочих зон (ПДК_{р.з.}), ПДК для человека, животных, растений. В соответствии со ст. 109 Водного кодекса РФ [24], нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водных объектах и сточных водах устанавливаются исходя из условий целевого использования водного объекта.

Одни и те же концентрации вредных веществ по-разному действуют на организмы в разных средах: воздухе, воде и почве. Поэтому ПДК вредных веществ в разных средах могут сильно различаться. Существуют несколько тысяч ПДК индивидуальных вредных веществ.

Следует отметить, что в некоторых случаях даже соблюдение гигиенических нормативов ПДК не дает никаких гарантий сохранения благоприятной окружающей среды. Так, присутствие особо опасных токсичных веществ – *ксенобиотиков* (чужеродных веществ) даже в количествах, не превышающих ПДК, представляет угрозу для здоровья и жизни людей. Нормативные значения ПДК загрязнителей, а также показатели оценки состояния и загрязнения окружающей среды приведены в главах 4 и 5.

Уровни допустимого воздействия физических факторов на окружающую среду регламентируются действующими гигиеническими нормативами. К ним относятся, например, *предельно допустимые уровни (ПДУ)*

электромагнитного излучения, допустимые уровни звука и др. Значения уровней допустимых физических воздействий на территории населенных мест, установленные по гигиеническим нормам, приводятся в параграфах 4.6 и 5.3.

Таким образом, основным требованием к качеству городской среды является соблюдение установленных нормативов качества окружающей среды. Разработка и установление нормативов качества окружающей среды является ключевой задачей в экологии. С развитием науки и техники могут пересматриваться как сами значения нормативных показателей, так и методы их определения.

2.4. Охрана городской среды при хозяйственной деятельности

Человечество не может прекратить хозяйственную деятельность, промышленное производство, выпуск автомобилей и товаров потребления. Но огромные масштабы антропогенного воздействия создают опасность загрязнения и изменения окружающей среды до такой степени, что она может оказаться непригодной для жизни. Поэтому регламентация хозяйственной и иной деятельности по воздействию ее на окружающую среду необходима. Осуществляется она с помощью нормативов допустимого воздействия на окружающую среду. Эти нормативы представлены в ст. 1 и 22...27 Закона ООС (см. рис. 2.1) [10].

Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду установлены в соответствии с показателями воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и рассчитаны на соблюдение нормативов качества окружающей среды (ст. 1 Закона ООС). К нормативам допустимого воздействия на окружающую среду относятся (ст. 22 Закона ООС):

- нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду;
- нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов;
- нормативы допустимых физических воздействий;
- нормативы образования отходов производства и потребления и лимиты на их размещение;
- нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды.

Нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду устанавливаются для субъектов хозяйственной и иной деятельности в целях оценки и регулирования воздействия на окружающую среду всех стационарных, передвижных и иных источников, расположенных в пределах конкретных территорий и (или) акваторий. Нормативы устанавливаются по каждому виду воздействия хозяйственной или иной деятельности и по совокупному воздействию всех источников. При установлении норма-

тивов учитываются природные особенности конкретных территорий и (или) акваторий (ст. 27 Закона ООС). *Норматив допустимой антропогенной нагрузки* – это такая величина антропогенного воздействия на конкретную территорию, которая должна гарантировать сохранение благоприятной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности.

Установление нормативов допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду очень сложная и трудоемкая задача. Например, если норматив определяется по воздействию на окружающую среду массы загрязняющих веществ, необходимо изучить закономерности их распространения, трансформации, деструкции, биоаккумуляции, трофических превращений, а также перехода из одной среды в другую.

Исходя из нормативов допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду и нормативов качества окружающей среды, устанавливаются *нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов* для каждого отдельного источника загрязнения – стационарного или передвижного. Выбросы – это поступление веществ и микроорганизмов из источника в атмосферный воздух. Сбросы – это поступление веществ и микроорганизмов со сточными водами в водные объекты.

Нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов устанавливаются с учетом технологических нормативов источников загрязнения в соответствии с показателями массы веществ или микроорганизмов. *Технологический норматив* – это норматив допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов, который устанавливается для стационарных, передвижных и иных источников, технологических процессов, оборудования и отражает допустимую массу выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов в окружающую среду в расчете на единицу выпускаемой продукции (ст. 1 Закона ООС). Технологический норматив устанавливается на основе использования наилучших существующих технологий с учетом экономических и социальных факторов (ст. 23 Закона ООС).

Действие технологического норматива повторяет *технический норматив* выброса вредного вещества в атмосферный воздух (ст. 1 закона «Об охране атмосферного воздуха») [23]. Он отражает массу выброса вредного вещества в расчете на единицу продукции, мощности пробега транспортных и иных передвижных средств и другие показатели.

Нормативами выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов, действующими в настоящее время, являются *предельно допустимые выбросы (ПДВ)* и *предельно допустимые сбросы (ПДС)*. Они устанавливаются расчетным путем с учетом технологических нормативов и фоновое загрязнение окружающей среды. Конечная цель установления нормативов ПДВ – обеспечение концентраций вредных веществ и микроорганизмов в атмосферном воздухе, не превышающих нормативы качества атмосферного воздуха (ст. 1 закона «Об охране атмосферного воздуха»). В расчетах ПДВ

используют условие, при котором концентрация вредных веществ C , выбрасываемых в атмосферный воздух за пределами санитарно-защитной зоны, не должна превышать значения ПДК, т.е. соблюдается соотношение: $C \leq 1\text{ПДК}$. Конечная цель установления нормативов ПДС – обеспечение такой концентрации вредных веществ в водном объекте, которая не превышает значений ПДК (ст. 109 Водного кодекса РФ).

В случае если фактические выбросы и сбросы вредных веществ и микроорганизмов превышают нормативы ПДВ и ПДС, устанавливаются лимиты на выбросы и сбросы. *Лимиты на выбросы и сбросы* загрязняющих веществ и микроорганизмов – это ограничения выбросов и сбросов загрязняющих веществ и микроорганизмов в окружающую среду, установленные на основе разрешений, действующих только в период проведения мероприятий по охране окружающей среды, в том числе внедрения наилучших существующих технологий. Лимиты устанавливаются в целях поэтапного достижения нормативов допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов (ст. 1 и 23 Закона ООС). Лимитами на выбросы и сбросы, действующими в настоящее время, служат *временно согласованные выбросы (ВСВ)* и *временно согласованные сбросы (ВСС)*. Они устанавливаются с одновременным утверждением плана предприятия по снижению объемов выбросов и сбросов до предельно допустимых значений.

Нормативы допустимых физических воздействий установлены в соответствии с *уровнями допустимого воздействия физических факторов* на окружающую среду, при соблюдении которых обеспечиваются нормативы качества окружающей среды (ст. 1 Закона ООС). Допустимое физическое воздействие определяется по количеству тепла, уровню шума, вибрации, ионизирующего излучения, напряженности электрических полей. Нормативы допустимых физических воздействий на окружающую среду определяются для каждого источника, исходя из нормативов допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду, нормативов качества окружающей среды и с учетом влияния других источников физических воздействий (ст. 25 Закона ООС). В настоящее время эти нормативы устанавливаются в основном по физическому воздействию на атмосферный воздух и определяются расчетным путем для каждого источника. В основе расчетов лежит соблюдение уровня допустимого воздействия физических факторов на окружающую среду за пределами санитарно-защитной зоны источника вредного воздействия.

К нормативам допустимого воздействия на окружающую среду относятся также *нормативы образования отходов производства и потребления и лимиты на их размещение* (ст. 24 Закона ООС). Проекты нормативов образования отходов и лимитов на их размещение разрабатываются индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами (ст. 11 и 18 закона «Об отходах производства и потребления») [26].

Нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды установлены в соответствии с ограничениями объема их изъятия в целях сохранения природных и природно-антропогенных объектов, обеспечения устойчивого функционирования естественных экологических систем и предотвращения их деградации (ст. 26 Закона ООС). Эти нормативы устанавливаются в соответствии с законодательством о недрах, земельным, водным, лесным законодательством, законодательством о животном мире и иным законодательством в области охраны окружающей среды.

Таким образом, нормативы допустимого воздействия на окружающую среду, определенные Законом ООС, а также другими действующими нормативными правовыми документами, регулируют воздействие хозяйственной и иной деятельности на городскую среду, защищают ее от загрязнения химическими веществами и микроорганизмами, а также от физического воздействия – тепла, шума, вибрации, электромагнитных полей и пр. Соблюдение нормативов предотвращает захламление территории города отходами производства и потребления, обеспечивает рациональное использование природных компонентов городской среды, при котором не наносится вреда природным и природно-антропогенным объектам города.

В заключение следует отметить, что к нормированию в области охраны окружающей среды относится разработка соответствующих государственных стандартов и иных нормативных документов, содержащих нормы, правила и требования к продукции, работам, услугам и методам контроля в области охраны окружающей среды. При этом продукцией могут быть новая техника, технологии, материалы, вещества и прочее (ст. 29 Закона ООС).

2.5. Оздоровление и охрана городской среды

Несмотря на то, что за последнее десятилетие значительно снижены объемы производства, экологическая обстановка в ряде городов России остается напряженной. Начавшийся рост промышленного производства будет способствовать ее обострению. Ухудшает экологическую обстановку в городах и бурный рост автомобилизации, практически не поддающийся контролю. Уровень загрязнения воздуха, водных объектов, почв значительно превышает установленные нормативы, растут площади земель, отчуждаемых под размещение отходов. Все это отрицательно сказывается на здоровье населения, особенно детей. Возникает необходимость принятия соответствующих мер по оздоровлению и охране городской среды. Оздоровление городской среды предполагает улучшение качества окружающей среды и санитарно-гигиенических условий жизни населения.

Федеральные целевые программы в области охраны окружающей среды. Согласно ст.15 Закона ООС [10] планирование, разработка и реали-

зация мероприятий по охране окружающей среды осуществляются в составе федеральных программ в области экологического развития РФ и целевых программ в области охраны окружающей среды субъектов РФ. Федеральные целевые программы других направлений жизнедеятельности общества тоже имеют косвенное отношение к охране окружающей среды. В качестве примера следует назвать федеральную целевую программу «Модернизация транспортной системы России (2002-2010 гг.)», которая включает вопросы экологии и безопасности дорожного движения. Целевая федеральная программа «Жилище» (2002-2010 гг.) содержит вопросы внедрения энергосберегающих технологий в жилищно-коммунальное хозяйство, использование экологически чистых материалов.

В настоящее время разработана, утверждена постановлением Правительства РФ №860 от 7.12.01 г. и осуществляется *федеральная целевая программа «Экология и природные ресурсы России (2002-2010 гг.)»* [31]. Рассмотрим основные положения этой программы.

Государственным заказчиком – координатором Программы – является Министерство природных ресурсов РФ. Исполнители мероприятий программы – научные и производственные организации, отобранные на конкурсной основе. Общий объем финансирования Программы составляет 723789,2 млн руб. Источники финансирования Программы: средства федерального бюджета, средства бюджетов субъектов РФ и местных бюджетов, а также средства внебюджетных источников. Так, законом «О федеральном бюджете на 2002 г.» предусмотрено финансирование Программы в 2002 году из средств федерального бюджета. Программа содержит в себе 12 подпрограмм. Оздоровлению городов РФ посвящены в основном две из них: «Регулирование качества окружающей среды» и «Отходы».

Цель подпрограммы «Регулирование качества окружающей среды» – улучшение состояния окружающей среды, предотвращение деградации природных комплексов и снижение влияния неблагоприятного экологического фактора на здоровье населения РФ. Подпрограмма предусматривает снижение уровня загрязнения окружающей среды и оздоровление городов с неблагоприятной экологической обстановкой: Нижний Тагил, Братск, Норильск, Череповец, Чапаевск. Мероприятия подпрограммы включают переход предприятий различных отраслей промышленности, транспорта и жилищно-коммунального хозяйства на экологически безопасные технологии, а также строительство новых и повышение эффективности действующих газОВОДОочистных установок и сооружений. Ожидается сокращение выбросов вредных веществ в атмосферный воздух и сбросов загрязненных вод. Мероприятия подпрограммы предусматривают предотвращение загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами и супертоксикантами за счет реконструкции и оснащения специальными очистными установками предприятий металлургической, химической и нефтехимической про-

мышленности.

Реализация мероприятий подпрограммы позволит на I этапе (2002-2004 гг.) приостановить обусловленный дальнейшим развитием экономики рост уровня загрязнения окружающей среды и улучшить экологическую ситуацию в городах с наиболее напряженной экологической обстановкой. На II этапе (2005-2010 гг.) уровень загрязнения окружающей среды будет значительно снижен.

Программа включает мероприятия по развитию системы комплексного мониторинга окружающей среды – дооборудование действующих и создание новых центров экологического мониторинга в субъектах РФ. Это даст возможность объективно оценивать состояние окружающей среды (с определением источников и параметров загрязнения) и принимать оперативные меры по нормализации экологической обстановки. Подпрограмма предусматривает работы по совершенствованию нормативно-правовой базы охраны окружающей среды, экономических механизмов регулирования ее качества, экологического нормирования, аудита и сертификации.

Осуществление рассмотренного комплекса мер по совершенствованию государственного регулирования качества окружающей среды и ее охране (включая экологическое нормирование, контроль и экономические механизмы) позволит обеспечить снижение антропогенных нагрузок на природную среду городов.

Целью подпрограммы «Отходы» является предотвращение и ликвидация вредного воздействия отходов производства и потребления на окружающую среду и здоровье населения, а также максимальное вовлечение отходов в хозяйственный оборот. Мероприятия подпрограммы предусматривают:

- строительство и освоение опытно-промышленных установок по переработке и обезвреживанию различного вида промышленных отходов (ртутьсодержащих, гальванического производства, углеобогащения, золошлаковых, металлообработки, целлюлозно-бумажной промышленности, медицинских, очистки сточных вод и др.) и отходов жилищно-коммунального хозяйства;
- разработку и внедрение новых технологий и оборудования для переработки и обезвреживания отходов;
- совершенствование системы государственного регулирования в области обращения с отходами (учет и контроль за движением отходов, экономическое стимулирование их переработки, меры по экологической безопасности при обращении с отходами, нормативно-правовое обеспечение и т.п.).

Реализация мероприятий подпрограммы обеспечит: создание нормативно-правовой базы в сфере обращения с отходами на всех уровнях управления; уменьшение и локализацию негативного воздействия отходов

на окружающую среду; сокращение отчуждения земель под полигоны, отвалы и хранилища (накопители) отходов; экономию сырья и топливно-энергетических ресурсов за счет вовлечения отходов в хозяйственный оборот, внедрение новых эффективных технологий по переработке и обезвреживанию отходов.

Федеральная целевая программа «Экологические и природные ресурсы России (2002-2010 гг.)» в рамках отдельных программ включает:

- мероприятия по решению долгосрочных наиболее важных проблем федерального значения;
- мероприятия, направленные на научно-методическое, технологическое и нормативно-правовое обеспечение решения экологических и природно-ресурсных проблем;
- текущие работы, связанные с решением программных задач в рамках деятельности министерств и ведомств.

Целевые программы в области охраны окружающей среды субъектов РФ разрабатываются в рамках федеральных программ и могут самостоятельно решать конкретные экологические проблемы субъекта. Целевые программы субъектов РФ учитывают их географические, природные, социально-экономические и другие особенности.

Для оздоровления городской среды наиболее эффективна разработка и реализация программ регионального уровня. Именно в региональных программах учитываются местные особенности, определяющие экологическую обстановку в городе: развитие промышленности, транспорта, коммунально-бытового хозяйства, а также природно-климатические условия, характеризующие самовосстановительный потенциал территории. В соответствии с этими особенностями разрабатывается комплекс мероприятий, направленных на решение экологических проблем города.

Первая региональная программа в области охраны окружающей среды разработана для г. Москвы в 1994 г. [32]. Программа включает проведение целевых природоохранных мероприятий до 2005 г. Основные цели программы следующие:

- объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от всех видов источников не должны превышать уровня 1994-1995 гг.;
- снижение водопотребления и сокращение сбросов загрязняющих веществ;
- утилизация и переработка 95% промышленных отходов.

Например, к природоохранным мероприятиям по снижению негативного влияния автотранспортного комплекса, который вносит основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха города, относятся:

- отказ от использования бензинов, содержащих тетраэтилсвинец, переход к использованию на территории Москвы моторных топлив с улучшенными экологическими характеристиками;

- применение альтернативных видов топлива, организация работы по переводу городского автотранспорта на сжатый природный газ;
- оснащение муниципального автотранспорта средствами нейтрализации отработавших газов и фильтрами-нейтрализаторами;
- создание и совершенствование современной системы технического обслуживания, ремонта и хранения автомобилей;
- сбор, утилизация и вторичное использование отходов от автотранспортной деятельности.

Реализация программы осуществляется через создание региональной законодательной базы – соответствующих законов Москвы и распоряжений мэра.

Региональной экологической программой, проводимой в г. Омске, является «Программа мониторинга грунтовых вод на территории г. Омска» (1999-2005 гг.). Она включает мероприятия по режимным наблюдениям на опорной сети скважин за подтоплением территории города, а также мероприятия по контролю уровней и загрязнения грунтовых вод на ведомственной сети скважин, находящихся на балансе предприятий-загрязнителей (ОАО «Сибнефть-ОМПЗ», ТЭЦ-2, ТЭЦ-5) [33].

Следует отметить особую роль регионального законодательства в реализации природоохранных программ. Целевые программы по охране окружающей среды субъектов РФ могут быть реализованы только при соответствующем нормативно-правовом обеспечении. Региональное законодательство основано на федеральных законах, при этом оно учитывает местные социально-экономические и природно-климатические условия, а также экологическую ситуацию в регионе.

В соответствии со ст.15 Закона ООС все юридические лица и индивидуальные предприниматели, которые осуществляют хозяйственную деятельность, оказывающую негативное воздействие на окружающую среду, обязаны планировать, разрабатывать и осуществлять мероприятия по охране окружающей среды. Каждое предприятие должно иметь свой план природоохранных мероприятий с указанием объема финансовых средств на их проведение. Проведение природоохранных мероприятий предусмотрено экологическим законодательством и заложено в традициях многих народов.

Народные традиции охраны природы Сибири имеют трехвековую историю. Они вобрали в себя опыт природопользования коренных народов Сибири и русских переселенцев. Народные традиции отражают общие, устойчивые, повторяющиеся отношения человека к природе и ее богатствам. Так, народные традиции русских переселенцев Сибири требовали от крестьян заботливого, хозяйского отношения к земле-кормилице. Эти традиции передавались от поколения к поколению [34].

Народные традиции выражались также в виде технических норм на

проведение конкретных природоохранных мероприятий. Например, в зависимости от местных природно-климатических условий устанавливался определенный порядок обработки почв, внесения удобрений, борьбы с ветровой и водной эрозией, соблюдения севооборота. К техническим нормам относились устные правила охраны родников, сенокошения, пастбы скота. Техническими нормами служили запреты на самовольную вырубку и повреждение деревьев и кустарников в общинных лесах; охоту на зверей и птиц, добыча которых полностью запрещена по религиозным, эстетическим и нравственным соображениям; охоту в запрещенное время и запрещенном месте; добычу диких животных в количестве свыше установленных норм; занятие рыбной ловлей с использованием недозволенных орудий, способов и приемов; засорение улиц и околиц сел бытовым мусором [34].

Русские переселенцы селились в лучших местах Сибири: по берегам рек и озер, возле живописных рощ, в котловинах сопок и плодородных долинах. В своих усадьбах они поддерживали экологический порядок. Сформировались устные правила застройки городов [34]. Эти правила также могут быть отнесены к народным техническим нормам.

Народные традиции того времени живут и поныне, хотя не раз их ломали, кардинально меняя отношение народа к земле. Народные традиции формировали экологическую культуру народа – культуру бережного отношения к окружающей природной среде. Народные технические нормы явились источниками современных экологических требований, норм и правил.

Традиции нашего народа по охране природы и бережному отношению к окружающей природной среде должны обязательно возродиться, но уже в профессиональной деятельности. Охрана природной среды – это огромная и повседневная работа. Для инженера-строителя она заключается в проведении природоохранных мероприятий, обязательном соблюдении экологических требований, внедрении наилучших существующих технологий, рациональном использовании природных ресурсов и т.п. Традиции охраны природы должны укорениться, прежде всего, в профессиональных экологических знаниях. Они будут формировать экологическую культуру специалиста. Вести городское хозяйство, строить город, не нанося ущерба и вреда природной среде, – это и есть экологическая культура настоящего профессионала и гражданина.

Контрольные вопросы

1. Какие основные направления по регулированию качества окружающей среды определены федеральным законом «Об охране окружающей среды» (Закон ООС)?
2. Федеральные законы по охране атмосферного воздуха, вод, почв и

земель города.

3. Какие основные направления по охране окружающей среды определены ГК РФ?

4. Какие нормативы качества окружающей среды установлены природоохранным законодательством?

5. В чем заключается принцип нормирования допустимого воздействия на окружающую среду?

6. Какие принципы нормирования допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду предусмотрены Законом ООС?

7. Основное содержание подпрограмм «Регулирование качества окружающей среды» и «Отходы» федеральной целевой программы «Экология и природные ресурсы России»?

Г л а в а 3

УЧЕТ ФАКТОРОВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

3.1. Климатические условия территории застройки

Большое влияние на организацию планировочной структуры города, систему застройки, ориентацию зданий, характер озеленения, а также на экологическую обстановку на территории города оказывают климатические условия. *Климат* – это статистический многолетний режим погоды, одна из основных географических характеристик той или иной местности. Климат определяется поступлением солнечной радиации, процессами циркуляции воздушных масс, характером подстилающей поверхности.

Ведущими характеристиками климата являются: радиационный, температурный и ветровой режимы, влажность воздуха, показатели количества и качества осадков. Климатические параметры, которые применяются при планировке и застройке городских поселений, проектировании зданий и сооружений, приведены в СНиП 23-01-99 [35]. Они установлены на основе метеорологических данных многолетних наблюдений в городах стран СНГ. Дополнительные сведения о климатических условиях района строительства могут быть получены из справочной литературы, а также при проведении инженерно-гидрометеорологических изысканий для строительства.

Радиационный режим. Мощность потоков света и тепла, падающих на земную поверхность, зависит от географической широты местности и состояния атмосферы. В градостроительстве учитывают прямую и рассеянную солнечную радиацию. *Прямая солнечная радиация* – часть солнечной радиации, поступающей на поверхность в виде пучка параллельных лучей, исходящих непосредственно из видимого диска солнца. *Рассеянная* (диффузная) солнечная радиация – часть солнечной радиации, поступающей на поверхность со всего небосвода после рассеяния в атмосфере. Радиационный режим определяется поступающей от солнца суммарной солнечной радиацией. Данные о суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной) в МДж/м², падающей на горизонтальную и вертикальную поверхности, по месяцам года для различных широт приведены в СНиПе.

Температурный режим. Его оценка строится на основе анализа средней месячной и годовой температуры воздуха, вероятности различных градаций температуры воздуха в холодный и теплый периоды года.

Степень континентальности климата может быть выражена через годовую амплитуду колебаний A среднемесячных температур воздуха:

$$A = t_{c.ж.м} - t_{c.х.м} ,$$

где $t_{с.ж.м}$ – среднемесячная температура наиболее жаркого месяца года, $t_{с.х.м}$ – среднемесячная температура наиболее холодного месяца года.

Ветровой режим. Причиной перемещения воздуха является неодинаковый нагрев земной поверхности солнцем. Воздушные массы перемещаются в направлении от высокого давления к низкому. Чем больше разность давления, тем выше скорость ветра. Направление ветра определяется той частью горизонта, откуда он дует. В СНиПе приведены следующие показатели ветрового режима: преобладающее направление ветра за декабрь – февраль и июль – август, максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь и минимальная – за июль в м/с.

Многолетние показатели ветрового режима, характерного для данной местности, принято изображать так называемой «розой ветров». Применяют розы ветров по направлению ветра, по повторяемости направления ветров и по скорости ветра. По длительности периода года различают годовую, сезонную и месячную розу ветров. Для г. Омска характерна роза ветров юго-западного направления.

Влажность воздуха. Различают абсолютную и относительную влажность воздуха. Для характеристики абсолютной влажности пользуются величиной парциального давления водяного пара в воздухе, называемой упругостью водяного пара. Предельное значение упругости соответствует максимально возможному насыщению воздуха водяным паром. Чем выше температура, тем больше будет значение предельной упругости.

Относительная влажность воздуха φ - это отношение упругости водяного пара e к его предельной упругости E , соответствующей данной температуре: $\varphi = (e/E) \cdot 100$. Относительная влажность воздуха характеризует степень насыщения воздуха влагой и выражается в процентах. В СНиПе приводятся значения среднемесячной относительной влажности воздуха наиболее холодного и наиболее теплого месяцев. Там же приводится схематичная карта зон влажности для стран СНГ. Относительная влажность в г. Омске составляет 50...80%.

Атмосферные осадки – это вода в жидком и твердом состоянии, которую получает земная поверхность в виде дождя, снега, града. Осадки определяют миграцию и распространение различных веществ, в том числе загрязняющих. Они играют значительную роль в круговороте влаги. Среднее количество осадков за временной период определяется высотой слоя воды в мм, образовавшегося на горизонтальной поверхности земли от выпавшего дождя, мороси, обильной росы и тумана, растаявшего снега, града, снежной крупы. Данные о количестве осадков за ноябрь – март и апрель – октябрь в городах стран СНГ приведены в СНиПе.

Климатическое районирование основано на комплексном сочетании средней месячной температуры воздуха в январе и июле, средней скорости

ветра за три зимних месяца, средней месячной относительной влажности воздуха в июле. На территории стран СНГ выделено четыре климатических района и шестнадцать подрайонов. Суровый климат – I климатический район (подрайоны IA, IB, IB, IG, ID); умеренный климат – II и III климатические районы (подрайоны IIA, IIB, IIB, IIG, IIIA, IIIB, IIIB); теплый климат – IV климатический район (подрайоны IVA, IVB, IVB, IVG).

На основании особенностей климатических районов и подрайонов формируются основные градостроительные требования коррекции климатических условий при планировке и застройке населенных мест. Нормируются основные типологические признаки жилых и массовых общественных зданий – планировка домов, школ, детских садов и пр.

Микроклиматические условия. На формирование климата оказывают влияние неоднородности земной поверхности. На фоне общеклиматических условий возникают климатические особенности.

Микроклимат – это климат приземного слоя воздуха небольшой территории. На формирование микроклимата оказывает воздействие орография территории местоположения участка. Выделяют следующие местоположения: вершины, верхние, средние и нижние части склонов (южных и северных), понижения, дно долин (продуваемых и непродуваемых), замкнутые понижения и котловины, поймы и первые террасы, надпойменные террасы [37]. Территория каждого типа местоположения имеет свой определенный микроклимат, метеорологические показатели которого отличаются от показателей открытого ровного места. Микроклиматическая изменчивость для каждого из указанных местоположений изучена и определена (табл. 3.1) [36].

Водоемы – моря, озёра, водохранилища, реки – оказывают влияние на изменение микроклимата прилегающих к ним территорий. Выделяют зоны постоянного и сильного, а также слабого и несистематического влияния. Весной и в начале лета водоем охлаждает прилегающую территорию, а в конце лета и осенью отепляет её. Ночью температура воздуха вблизи водоема выше, а днем ниже на 2...3 °С. Водоемы способствуют увлажнению воздуха и уменьшению его запыленности. Скорость ветра вблизи водоемов уменьшается днем и усиливается ночью [37].

Кроме орографии территории и близости её к водоему на микроклимат оказывают влияние: *альбедо* (отражательная способность) подстилающей поверхности (снега, воды, песка, травы, земли), загрязненность атмосферы, характер растительного покрова. Выделяют микроклиматическую изменчивость радиационного, температурного и ветрового режимов. В целом микроклиматические изменения общеклиматических режимов могут быть описаны следующим образом.

Микроклиматическая изменчивость радиационного режима. Величина поступающей солнечной радиации существенно зависит от орографии

Таблица 3.1

Микроклиматическая характеристика различных типов местоположений

Местоположение	ΔR , %	K_B	$\Delta T_{\text{мин}}$, °C	$\Delta T_{\text{макс}}$, °C	$\Delta \tau_{\text{б.п}}$, дни	$\Delta \Sigma T_{\text{б.п}}$, °C	ΔW , %
Вершины	0...-5	1,4...1,5	1...3	-0,5...-1,0	5...15	50...150	-20...-30
Верхние части склонов:							
южных	7...9	0,8-0,9	1...3	1,0...1,5	5...15	75...175	-30...-35
северных	-10...-12	1,2-1,3	1...3	-0,5...-1,0	5...15	25...125	0
Средние части склонов:							
южных	5...7	0,8-0,9	0	0,5...1,0	0	0	< -20
северных	8...10	1,0-1,1	0	-0,5...-1,0	0	0	0
Нижние части склонов:							
южных	<5	0,7-0,8	-1...-3	< 0,5	-5...-10	-50...-100	0
северных	-5...-7	1,0	-1...-3	< -1,0	-5...-10	-50...-100	10...20
Понижения	5	0,9-1,0	-3...-5	$\pm 0,5$	-10...-15	-100...-200	20...30
Дно долин:							
продуваемых	5	1,1-1,2	-1...-2	0	-5...-10	-50...-100	20...30
непродуваемых	5	0,7-0,8	-3...-5	0,5	-15...-25	-200...-300	20...30
Замкнутые понижения, котловины	5...10	0,7-0,8 и менее	-4...-6	< 1,0	-20...-30	-250...-300	≥ 30
Поймы и первые террасы	5	1,1	0,0	-0,5	15	150	40...45
Надпойменные террасы:							
вторые-третьи	3	1,1-1,2	-0,2	-0,9	10	100	30...40
четвертые-пятые	1...3	1,2	-0,5	-0,7	5	50	≤ 30

Примечание. ΔR – процент изменения величины радиационного баланса; K_B – поправочный коэффициент скорости ветра северного направления; $\Delta T_{\text{мин}}$ – изменение минимальной ночной температуры; $\Delta T_{\text{макс}}$ – изменение максимальной дневной температуры; $\Delta \tau_{\text{б.п}}$ – изменение продолжительности безморозного периода; $\Delta \Sigma T_{\text{б.п}}$ – изменение суммы температур за безморозный период; ΔW – изменение влажности почвы по сравнению с фоновым значением

земной поверхности, от ориентации склонов на юг, север, восток, запад и на промежуточные направления. Величина поступления солнечной радиации уменьшается при облачности и загрязнении. Поток солнечного излучения, падающий на землю, претерпевает изменения вследствие поглощения и отражения его земной поверхностью.

Микроклиматическая изменчивость температурного режима. Для холмистого и горного рельефов наблюдается изменение температуры воздуха с высотой. Для рельефа с уклоном более 3% характерно явление стока воздушных масс. В районах 1А и 1В стоковые явления зимой создают зоны скопления холодного воздуха [37].

Микроклиматическая изменчивость ветрового режима. Под влиянием неоднородности земной поверхности происходит деформация воздушных потоков, изменение скорости и направления ветра. Основную роль при этом играют направление горных хребтов и ориентация речных долин. Изменение направления ветра под влиянием рельефа может достигать 60° . Наибольшее отклонение в направлении ветра наблюдается в речных долинах. На уровне микрорельефа также наблюдается изменение ветрового режима. Скорость ветра на вершине значительно больше скорости ветра в нижней части склона. Различают склоны наветренной и подветренной сторон.

Для перехода от общеклиматических характеристик к микроклиматическим используют коэффициенты изменения климатических показателей – микроклиматические поправки. Разработана целая система поправок. На климатические карты местности с помощью поправок наносятся микроклиматические показатели. Перейти от режимной информации к микроклиматической можно не только с помощью информации, снятой с климатических карт, но и на основе данных репрезентативной метеостанции – аналога. Эта станция расположена на ровном месте, свободна от влияния неоднородностей подстилающей поверхности, удалена от водоемов и объектов строительства.

Для анализа микроклиматических условий, кроме общеклиматических режимов, исследуют инсоляционный режим и световой климат. *Инсоляционный режим* – режим облучения территории прямыми солнечными лучами. Инсоляция зависит от наклона и ориентации поверхности.

Световой климат – это совокупность условий естественного освещения на горизонтальной и различно ориентированных по сторонам горизонта вертикальных поверхностях, создаваемых рассеянным светом и прямым светом солнца, продолжительность солнечного сияния и альbedo подстилающей поверхности. Световой климат определяется по показателям освещенности. Освещенность представляет собой величину светового потока, падающего на единицу поверхности, и измеряется в люксах (лк). Освещенность земной поверхности при лунном освещении (полнолунии) со-

ставляет 0,2 лк, в белые питерские ночи – 2...3 лк, а в полдень ясного дня на открытой горизонтальной поверхности достигает 100 000 лк.

Метеорологические явления. К метеорологическим явлениям относятся инверсии температуры, туманы, снежные заносы и метели.

Инверсия температуры – это повышение температуры воздуха с высотой в некотором слое атмосферы вместо обычного понижения. Различают приземные инверсии температуры, начинающиеся непосредственно от земной поверхности, и инверсии в свободной атмосфере. Первые связаны с охлаждением воздуха от холодной земной поверхности, вторые – с нисходящими движениями воздуха, адиабатически повышающими его температуру. Повторяемость, высота расположения и мощность температурных инверсий влияют на температурный режим микроклимата. Инверсии температуры создают задерживающие слои воздуха. В Западной Сибири повторяемость общего числа инверсий такая же, как и на большей территории Европейской части России: 10...15% в дневные, 60...90% в ночные часы. В зимнее время в приземных слоях воздуха практически круглые сутки наблюдается устойчивое состояние атмосферы [36].

Таким образом, микроклимат территории, в условиях естественного ландшафта, формируется под влиянием местных природных факторов – рельефа, близости к водоемам, характера подстилающей поверхности. Задача градостроителей состоит в разработке мероприятий, компенсирующих или устраняющих недостатки естественных микроклиматических условий, и в максимальном использовании их полезных качеств.

3.2. Микроклимат города

В городе формируются особые микроклиматические условия. *Микроклимат города* – это климат приземного слоя воздуха отдельных участков городской территории. Приземной слой воздуха занимает воздушное пространство двухметровой высоты над уровнем земли.

На формирование микроклимата города, помимо природных условий, оказывают влияние условия, создаваемые городской застройкой, а также функционированием автотранспорта, теплоэлектростанций, промышленных и других предприятий. Городская застройка изменяет природный рельеф: увеличивает шероховатость подстилающей поверхности (например, формирует котловинные условия на фоне равнинного рельефа), включает множество вертикальных поверхностей, создает пересеченную местность. Кроме того, теплофизические свойства (теплоемкость и отражательная способность) элементов городской застройки (стен зданий, крыш, дорог, мостовых) отличаются от теплофизических свойств элементов природного окружения. Почва города скрыта под строениями и дорожными (асфальтовыми) покрытиями. В природных условиях часть влаги уходит в почву. В городе значительная часть осадков не попадает в нее. Стоки го-

родских осадков отводятся в ливневую или городскую канализацию. При работе автотранспорта, отоплении города, функционировании предприятий в атмосферный воздух поступают потоки тепла, выбрасываются газообразные загрязняющие вещества, жидкие и твердые взвешенные частицы.

Перечисленные особенности городской территории определяют факторы формирования микроклимата города:

- изменение рельефа, обусловленное городской застройкой;
- различие теплофизических свойств поверхностей элементов городской застройки и природного окружения;
- различие в альbedo подстилающих поверхностей территории города и окрестностей;
- искусственные потоки тепла;
- загрязнение воздуха;
- снижение испарения из-за асфальтовых покрытий и зарегулированности стока атмосферных осадков;
- резкое уменьшение площади поверхности с растительным покровом и естественной почвой и др.

Эти факторы влияют на микроклимат города одновременно, но их вклад в разное время года и в различных климатических условиях весьма различен. Они вызывают изменение естественного радиационного баланса, условий тепло- и массообмена, нарушение естественного круговорота влаги. Все это определяет микроклиматическую изменчивость общеклиматических режимов в отдельных районах крупного города.

Радиационный режим микроклимата города. Вследствие загрязнения атмосферного воздуха твердыми и жидкими взвешенными частицами (аэрозолями) происходит уменьшение его прозрачности. Поэтому часть солнечной радиации не проникает на территорию города. В зависимости от степени загрязнения воздуха, времени года и суток наблюдается снижение ее интенсивности до 20 % [37].

В градостроительстве решающую роль играет прямая солнечная радиация, которая оценивается инсоляционным режимом. *Инсоляционный режим* – режим облучения городских территорий и помещений зданий прямыми солнечными лучами. Инсоляцию городской застройки уменьшают облачность и загрязнение атмосферного воздуха. Солнечное облучение необходимо для жизни. Оно оказывает оздоровительное и положительное психологическое влияние на человека. Продолжительность инсоляции регламентируется санитарными нормами и соответствующими параграфами СНиПа [38, 27]. Нормы инсоляции зависят от климатической зоны размещения городской территории. В соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 на территориях игровых площадок, спортивных площадок жилых домов, групповых площадок дошкольных учреждений, спортивных зон, зон отдыха общеобразовательных школ и школ-интернатов; зоны отдыха лечебно-

профилактических учреждений стационарного типа продолжительность инсоляции должна составлять не менее 3 часов на 50 % площади участка, независимо от географической широты.

СанПиНом также определены гигиенические требования по ограничению избыточного теплового воздействия инсоляции. На территории жилой застройки III и IV климатических районов защита от перегрева должна быть предусмотрена не менее чем для половины игровых площадок, мест размещения игровых и спортивных снарядов и устройств, мест отдыха населения.

Температурный режим микроклимата города. Температура воздуха в крупном городе по сравнению с его окрестностями выше на 1...4 градуса, иногда эта разница достигает 8 градусов [37].

Повышение температуры объясняется нагревом элементов застройки за счет поглощения ими солнечной радиации и отражением радиации городскими поверхностями, а также уменьшением эффективного излучения тепла над городом. Величина отраженной радиации зависит от наклона и ориентации поверхностей, а также от альbedo строительных и дорожных материалов. При этом может происходить взаимооблучение элементов застройки, а вблизи инсолируемых поверхностей городского окружения может значительно возрасти температура воздуха. Из-за загрязнения атмосферного воздуха, а также неоднородностей подстилающей поверхности, обусловленных застройкой, ослабляется эффективное излучение над городом и соответственно уменьшается его ночное охлаждение. Кроме того, на испарение влаги асфальтным покрытием и другими городскими поверхностями тратится значительно меньше энергии, по сравнению с энергией, необходимой для испарения влаги растительным покровом. Поэтому в приземном слое воздуха городской территории, за счет малого расхода энергии на испарение влаги, остается значительно больше тепла по сравнению с территорией окрестностей.

Дополнительное поступление тепла в атмосферный воздух происходит при сжигании топлива. Тепловые выбросы транспортных средств, промышленных и энергетических предприятий могут вызывать локальное повышение температуры воздуха над отдельными участками территории городской застройки – транспортной магистралью, промышленной зоной, ТЭЦ. Так, по данным космического мониторинга (съемки инфракрасного излучения), тепловые аномалии занимают четвертую часть территории г. Москвы (март 1997 г.) [39].

Повышение температуры воздуха внутри города по сравнению с температурой окружающей местности приводит к образованию так называемого «острова тепла» над городом – области повышенной температуры воздуха, которая имеет вид купола. Размер «острова тепла» и другие его показатели зависят от метеорологических условий и особенностей города.

«Остров тепла» разрушается ветром или другими атмосферными осадками, но устойчив в безветрие. На высоте до нескольких сот метров по границам «острова» происходит циркуляция масс теплого и холодного воздуха. Вертикальная скорость воздушных потоков сравнительно небольшая. Например, у «острова» диаметром 10 км при скорости ветра 1 м/с в слое толщиной 500 м она составляет около 10 см/с [39]. В «острове тепла» давление атмосферного воздуха понижено. Это способствует притягиванию облаков верхних слоев атмосферы. Поэтому облака над городом расположены значительно ниже, чем над открытой местностью. Восходящие потоки воздуха образуют кучевую облачность. Образование «острова тепла» вызывает уменьшение притока солнечной радиации на территорию крупного города, увеличение количества атмосферных осадков, увеличение повторяемости туманов.

Ветровой режим микроклимата города. Элементы городской застройки и зеленые насаждения изменяют скорость ветра и его направление. Обычно скорость ветра в городе меньше, чем за его пределами. Усиление ветра возможно при расположении города на холмах или при совпадении направления ветра с направлением улиц. Для городов, где скорости ветра незначительны, характерны местные циркуляции воздуха. Причиной их возникновения может быть разная температура или освещенность отдельных участков городской территории. Движение воздуха, называемое термическим проветриванием, возникает между городом и его окрестностями, между зеленым массивом и территорией застройки, между нагретой солнцем и затененной частью улиц. Наличие водоемов способствует формированию местной циркуляции, подобной бризам. Воздух движется от водоемов к застройке.

Ветровой режим приземного слоя воздуха в условиях городской застройки принято называть *аэрационным режимом*. Аэрационный режим считается комфортным, если скорости ветра на территории застройки находятся в пределах от 1 до 5 м/с [37]. Участки городской территории, где скорость ветра меньше 1 м/с, относятся к непроветриваемым, а более 5 м/с – к зонам продувания. В учебном пособии [11] отдельно выделяются комфортный аэрационный режим (скорость ветра от 1 до 3 м/с) и аэрационный режим, близкий к комфортному (скорость ветра от 3 до 5 м/с). Непроветриваемые участки городской территории, или зоны застоя воздуха, создают антисанитарное состояние. Зоны продувания дискомфортны для человека.

Влажностный режим микроклимата города. Влажность воздуха в крупных городах ниже по сравнению с окрестностями. Это связано с повышенными температурами атмосферного воздуха и меньшим содержанием в нем влаги за счет снижения количества испарений. Наибольшая разница по влажности воздуха между городом и его окрестностями в течение

года наблюдается летом, а в течение суток – в вечерние часы. В зимнее время воздух города может быть более увлажнен за счет выбросов пара техногенными источниками. Зимой в городе выпадает меньше снега, а летом выпадает больше дождей.

Образованию облачности в городе при высокой влажности способствует повышенная конвективная неустойчивость и загрязнение воздушных масс. Образованию облачности при недостаточной влажности также способствуют конвективные потоки над городом. Они препятствуют горизонтальному перемещению воздушных масс, поступающих с наветренной стороны, вовлекают их в восходящий поток воздуха. Вследствие этого образуется облачность и выпадают осадки.

При значительном загрязнении атмосферного воздуха и ослаблении скорости ветра туманов в городе может быть больше. С повышением температуры и понижением относительной влажности туманов в городе становится меньше, чем за его пределами [40].

Биоклиматические условия территории города. Погодные условия могут оказывать негативное влияние на самочувствие человека, могут вызывать чувство комфорта. Погодой называется состояние атмосферы в данном месте в определенный момент или за ограниченный промежуток времени (сутки, месяц). Погода обусловлена физическими процессами, происходящими при взаимодействии атмосферы с космосом и земной поверхностью. Погоду характеризуют метеорологические показатели: атмосферное давление, температура и влажность воздуха, скорость и направление ветра.

Специалистами по медицинской климатологии разработан ряд биоклиматических показателей по восприятию человеком погодных условий. Эти показатели получены на основе параллельных физиологических и метеорологических наблюдений. Наибольшее применение получили показатели, отражающие тепловое состояние человека.

Тепловое состояние человека определяется его физиологическими показателями, физической нагрузкой, теплозащитными свойствами одежды, но в первую очередь комплексом метеорологических факторов: температурой и влажностью воздуха, солнечной радиацией и скоростью ветра. Установлено, что человек испытывает тепловой комфорт в том случае, когда его теплорегуляторная система находится в состоянии наименьшего напряжения. Так, низкая температура воздуха вызывает ощущение холодно-дискомфорта, который возрастает с увеличением скорости ветра и повышением влажности. В жарком климате при температуре воздуха, близкой к температуре тела или превышающей ее, даже ветер не всегда приносит ощущение свежести. Сочетание высокой температуры и высокой влажности воздуха вызывает состояние духоты.

К биоклиматическим показателям, отражающим тепловое состояние

человека, относятся: эквивалентно-эффективная температура, тепловая нагрузка на организм человека, физиологический тип погоды и др. На основе этих показателей разработаны методы оценки биоклиматических условий территории. Рассмотрим метод температурных шкал, метод теплового баланса тела человека и методы, основанные на классификации типов погод [36].

Метод температурных шкал. В основном используются два вида температурных шкал: эквивалентно-эффективные температуры (ЭЭТ) и радиационно-эквивалентно-эффективные температуры (РЭЭТ). ЭЭТ учитывают комплексное воздействие температуры, влажности воздуха и скорости ветра на теплоощущение человека. РЭЭТ дополнительно учитывают солнечную радиацию. Комплексное воздействие на человека температуры воздуха, скорости ветра и относительной влажности вызывает такой эффект теплоощущения, который соответствует воздействию неподвижного, полностью насыщенного влагой воздуха при определенной температуре, называемой *эквивалентно-эффективной температурой*. Для оценки биоклимата городов, расположенных в разных климатических районах, даются следующие рекомендации по использованию системы температурных шкал. В качестве зоны комфорта принимается интервал ЭЭТ:

- для южных городов – 17...21⁰С;
- для городов средней полосы, Сибири и Приморья – 13,5...18⁰С.

ЭЭТ ниже указанных пределов характеризуют состояние охлаждения, а выше – перегрева. При расчетах ЭЭТ, помимо средних многолетних показателей, следует использовать и ежедневные метеорологические данные. Человек адаптируется к средним климатическим условиям. Экстремальные условия (их повторяемость, интенсивность, продолжительность) могут вызвать негативную реакцию организма, и прежде всего у людей с ослабленным здоровьем.

Данные по ЭЭТ и РЭЭТ позволяют оценить биоклиматические ресурсы конкретного города: определить среднюю продолжительность комфортно-го и дискомфортного периодов в течение года; рассчитать повторяемости погодных условий, обеспечивающих состояние перегрева, комфорта и охлаждения, и рассмотреть распределение их степени дискомфорта в аномально жаркие и холодные годы (рис. 3.1).

С помощью ЭЭТ и РЭЭТ можно определить особенности формирования биоклимата в зависимости от особенностей застройки, неоднородности рельефа, наличия лесных массивов, близости водных объектов и в итоге выделить зоны с различной степенью комфортности для проживания и отдыха горожан. Методы ЭЭТ и РЭЭТ могут быть использованы в любых климатических районах и обеспечивают сравнимость результатов.

Метод расчета теплового баланса тела человека основан на уравнении, выражающем равенство теплоступлений и теплотерь:

$$R_k + M = R_q + P + LE + B,$$

где R_k – приход к поверхности тела коротковолновой радиации, M – теплопродукция организма, R_q – длинноволновое излучение, P – конвекция, LE – затраты тепла на испарение пота, L – скрытая теплота испарения, E – величина влагопотерь испарением пота, B – затраты тепла на нагревание выдыхаемого воздуха и насыщение его водяным паром при испарении с поверхности легких.

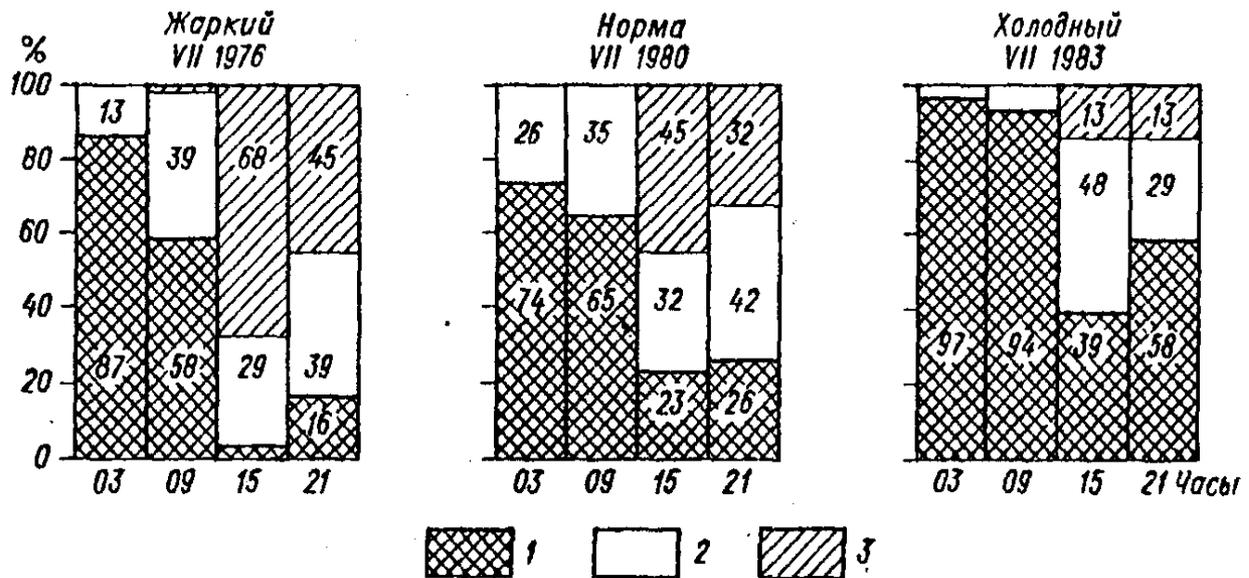


Рис. 3.1. Повторяемость комфортной и дискомфортной погоды по эквивалентно-эффективным температурам (г. Чита):
 1) ЭЭТ < 18,6 °С (охлаждение); 2) ЭЭТ = 13,6 - 18 °С (комфорт);
 3) ЭЭТ > 18 °С (перегрев)

Данный метод используется при оценке биоклимата городов с жарким климатом и непригоден для городов с умеренным и холодным климатом. В качестве показателя степени тепловой нагрузки на организм человека в условиях жаркого климата принята величина влагопотерь испарением пота. Используется также показатель напряженности терморегуляторной системы, представляющий собой отношение фактической тепловой нагрузки к максимально возможной при тех же метеорологических условиях. Комфортному состоянию взрослого человека (величина площади тела принята равной 1,5 м²) соответствуют значения влагопотерь испарением пота 50...150 г/ч и значения показателя напряженности терморегуляторной системы 5...12%. Одежда может уменьшать потоотделение на 33...45%.

Методы, основанные на классификации типов погод, состоят в том, что биоклиматическая характеристика территории дается по совокупности и последовательности повторяемости типов погод (методы комплексной климатологии). В свою очередь, типы погод определены в соответствующих классификациях погод.

Климатическая классификация погоды основана на объединении в типы и классы погод всего многообразия метеорологических условий тепло-го и холодного периодов года. Каждый тип (класс) погоды определяется строго ограниченными интервалами температуры и влажности воздуха, скорости ветра и облачности (последняя рассматривается как косвенный показатель радиационного режима). Выделяют перегревную, жаркую, теп-лую, комфортную, прохладную, холодную и суровую погоду. Метод оцен-ки биоклимата, основанный на этой классификации, позволяет получить фоновую картину распределения погодных условий применительно к теп-ловому состоянию человека. Метод нагляден, удобен и часто применяется для биоклиматической характеристики городов. В то же время метод не-достаточно надежен для оценки биоклимата в зависимости от микрокли-матических особенностей небольших районов.

Физиологическая классификация погод основана на различных типах теплового состояния человека и обусловленной им терморегуляторной на-грузки. Выделяют четыре класса холодных погод разной степени переох-лаждения (1Х, 2Х, 3Х, 4Х), четыре класса теплых погод разной степени перегрева (1Т, 2Т, 3Т, 4Т) и комфортную погоду (Н) (табл. 3.2). Метод оценки биоклимата, основанный на физиологической классификации, со-стоит в учете повторяемости дискомфортных типов погод (2Х, 3Х, 4Х, 2Т, 3Т, 4Т). Результаты оценки выражают графически, в виде климатограмм.

Климато-физиологическая классификация основана на физиологиче-ских типах погод и их метеорологических характеристиках (сочетание раз-личных значений температуры воздуха, скорости ветра и общей облачно-сти) (рис. 3.2, табл. 3.3). Классификация предназначена для условий с от-носительной влажностью 30...60%, оптимальной для человека. Эта клас-сификация погод, применяется для оценки рекреационного потенциала территории пригородов, использования ее для летнего отдыха.

Все существующие методы оценки влияния климата и погоды на орга-низм человека нельзя признать универсальными. Связано это, прежде все-го, со сложностью исследуемых объектов – человека и атмосферы, а также с разными способностями организма людей адаптироваться к местным климатическим условиям и с индивидуальными особенностями человека (возраст, пол, состояние здоровья, уровень физической нагрузки).

Рассеивание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе влияет на экологическую обстановку в городе. Твердые частицы загрязняющих веществ размером более 0,1 мм оседают на подстилающую поверхность под действием гравитационных сил. Мелкие, твердые и жидкие частицы, а также газообразные вещества распространяются в атмосферном воздухе вследствие диффузии.

Таблица 3.2

Типы погод по физиологической (ФК) и климато-физиологической классификации (КФК)

Средняя температура кожи, °С	Теплоощущение	Потоотделение, г/ч	Терморегуляторная нагрузка	Тип погоды по ФК	Тип погод по КФК
> 34,0	Очень жарко	> 750	Чрезмерная	4Т	Жаркий дискомфорт
> 34,0	Жарко	750-400	Большая	3Т	Жаркий дискомфорт
> 34,0	Очень тепло	400-250	Умеренная	2Т	Жаркий дискомфорт
34,0-33,0	Тепло	250-150	Слабая	1Т	Жаркий субкомфорт
32,9-31,0	Комфортно	150-100	Минимальная	Н	Комфорт
30,9-29,0	Прохладно	< 100	Слабая	1Х	Прохладный субкомфорт, частично холодный дискомфорт
28,9-27,0	Холодно	< 100	Умеренная	2Х	Холодный дискомфорт
26,9-23,0	Очень холодно	< 100	Большая	3Х	Холодный дискомфорт
< 21,0	Крайне холодно	< 100	Чрезмерная	4Х	Холодный дискомфорт

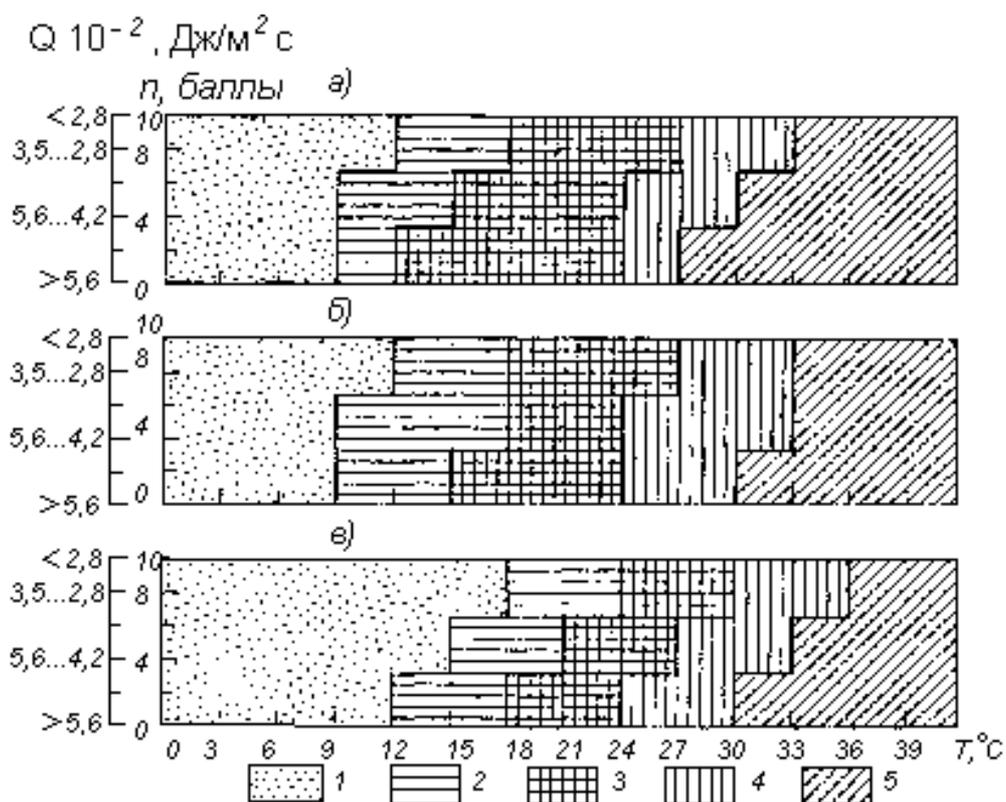


Рис. 3.2. **Оценочная шкала определения степени благоприятности погоды для человека:**

1 – холодная дискомфортная; 2 – прохладная субкомфортная; 3 – комфортная; 4 – жаркая субкомфортная; 5 – жаркая дискомфортная; а) скорость ветра 0...0,2 м/с; б) 2,1... 4,0 м/с; в) 4,1... 6,0 м/с; T — температура воздуха, n – облачность, Q – суммарная радиация

Степень рассеивания загрязняющих веществ зависит от метеорологических условий и в первую очередь определяется ветровым режимом и температурной стратификацией нижнего слоя атмосферы. Метеорологические условия могут способствовать:

- аккумуляции загрязняющих веществ при инверсиях, штилях и туманах;
- разложению загрязняющих веществ при благоприятных радиационных условиях, температурном режиме и наличии гроз;
- выносу загрязняющих веществ при сильном ветре и обильных осадках.

То есть рассеивающая способность атмосферы (РСА) определяется характеристиками метеорологических условий. При оценке загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспортных средств и промышленных предприятий используют понятие «*потенциал загрязнения атмосферы*» (ПЗА). ПЗА называется сочетание метеорологических условий, определяющих возможный уровень загрязнения атмосферы при заданных вы-

бросах загрязняющих веществ (см. табл. 3.3). Характеристика потенциала загрязнения атмосферы противоположна рассеивающей способности атмосферы: чем выше РСА, тем ниже ПЗА.

Опасные атмосферные явления. К явлениям, опасным для города, относятся инверсии температуры и смог.

Инверсии температуры создают задерживающие слои воздуха. Приземные инверсии обуславливают отсутствие аэрации жилых кварталов и тем самым способствуют скоплению загрязняющих веществ в приземном слое. Низкие приподнятые инверсии, как «крыша», закрывают город и препятствуют рассеянию вредных примесей. Инверсии в городах обуславливают увеличение концентрации загрязняющих веществ в воздухе и способствуют образованию неблагоприятной экологической обстановки.

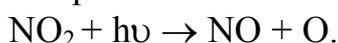
При проявлениях инверсии температуры участки застройки на холмистом рельефе располагают выше верхней границы инверсионного слоя, на средних и верхних частях склона или плато. При этом непригодными для жилой застройки являются территории, расположенные в котловине или долине.

Смог (от англ. smoke – дым и fog – туман) – токсический туман. Он возникает при неблагоприятных метеорологических условиях и высоких концентрациях вредных веществ в приземном слое воздуха. Явления смога наблюдались в разные годы в Лондоне, Лос-Анджелесе, Нью-Йорке, Токио. Выделяют три типа смога – восстановительный (смог лондонского типа), окислительный, или фотохимический, и смог ледяного типа.

Восстановительный смог характерен для крупных промышленных центров. Он представляет собой воздушную смесь частиц сажи и оксидов серы и азота. Оксиды при взаимодействии с водой атмосферы образуют аэрозоли серной и азотной кислот. За счет раздражающего действия кислот на бронхи и дыхательные пути смог оказывает отрицательное влияние на здоровье людей. В 1952 и 1962 гг. такой смог стал причиной смерти нескольких тысяч человек в Лондоне.

Фотохимический смог наблюдается в городах с высокой интенсивностью радиации солнца. Он образуется при взаимодействии солнечного света с оксидами азота и углеводородами, содержащимися в выхлопных газах автотранспорта и промышленных выбросах. *Фотохимический смог* – это комплексная воздушная смесь, состоящая из оксидантов, в основном озона, смешанного с другими окислителями, включая слезоточивый газ – пероксиацетилнитрат (ПАН).

Первоначальная реакция образования смога:



Атомарный кислород взаимодействует с кислородом O_2 и неактивным веществом М (например, азотом):

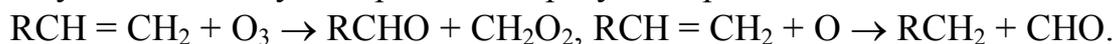


Таблица 3.3

Определение ПЗА по среднегодовым значениям метеорологических параметров

Потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА)	Приземные инверсии			Повторяемость дней, %		Высота слоя перемещения, км	Продолжительность тумана, ч
	повторяемость, %	мощность, км	интенсивность, °С	при скорости ветра, 0...1 м/с	в т.ч. непрерывно подряд дней застоя воздуха		
Низкий	20...30	0,3...0,4	2...3	10...20	5...10	0,7...0,8	80...350
Умеренный	30...40	0,4...0,5	3...5	20...30	7...12	0,8... 1,0	100...550
Повышенный: континентальный приморский	30...45	0,3...0,6	2...6	20...40	3...18	0,7...1,0	100...600
	30...45	0,3...0,7	2...6	10...30	10...25	0,4...1,1	100...600
Высокий	40...60	0,3...0,7	3...6	30...60	10...30	0,7...1,6	50...200
Очень высокий	40...60	0,3...0,9	3...10	50...70	20...45	0,8...1,6	10...600

Озон и атомарный кислород окисляют олефиновые углеводороды, присутствующие в воздухе. При этом образуются радикалы:



Радикалы (RCH_2) реагируют с компонентами атмосферы по цепному механизму, образуя водород- и кислородсодержащие, а также пероксиацетиловые ($RC(O)O_2$) радикалы, из которых впоследствии образуется ПАН. Формирование смога и образование оксидантов заканчивается с закатом солнца.

Фотохимический смог – это сильное загрязнение воздуха. При воздействии смога на дыхательную и кровеносную системы человека возникает стойкая неспособность крови к усвоению и переносу кислорода. Образованию смога способствует интенсивная солнечная радиация и безветрие. Предвестником образования фотохимического смога является озон. Поэтому особое внимание при контроле атмосферного воздуха города необходимо уделять мониторингу озона.

Ледяной смог возникает в городах северных широт при неблагоприятных климатических условиях под воздействием пыли, оксидов серы и азота, высокой влажности и низкой температуры. Воздействие аэрозолей кислот на органы дыхания человека усиливается механическим действием мелких кристалликов льда.

На твердых взвешенных частицах загрязненного воздуха могут скапливаться электрические заряды. Их совокупность составляет *атмосферное статическое электричество*, называемое «электрическим смогом» [9]. Статическое электричество оказывает отрицательное влияние на здоровье человека, вызывая нарушения работы сердечно-сосудистой и др. систем организма.

Туманы способствуют образованию смога. Кроме того, они могут приводить к значительному уменьшению видимости. В городских условиях туман существенно затрудняет работу транспорта и способствует созданию аварийных ситуаций, возникновению дорожно-транспортных происшествий.

Метели вызывают образование на территории города снежных заносов, которые затрудняют движение автомобильного, железнодорожного транспорта и пешеходов. Режим метелей и объемы снегопереноса учитываются в градостроительстве. В метелевых районах при повышенной снегозаносимости городская структура должна быть достаточно проветриваемой.

Эколого-микrokлиматическая оценка территории города. Выделяют три основных экологических критерия для оценки микроклимата различных частей территории города [41]. Микроклимат должен способствовать:

- уменьшению техногенного загрязнения атмосферы;

- повышению комфортности биоклиматических условий для человека;
- улучшению условий роста и развития растительности.

Экологическое состояние земной атмосферы определяется как прямодействующими метеорологическими факторами (температура и влажность воздуха, скорость ветра и др.), так и опосредованными эколого-географическими факторами (месторасположение территории, характер ее рельефа, наличие водоемов и растительности и др.).

Установлено влияние на эколого-микrokлиматические условия территории города геоморфологического состояния подстилающей поверхности [37]. Типы местоположений подстилающей поверхности ранжированы по комфортности микро- и биоклимата, а также по потенциальным условиям рассеяния атмосферных загрязнителей (табл.3.4). Комфортность климатических условий ухудшается с I по V ранг, т.е. самым комфортным является I ранг. Потенциальные условия рассеяния примесей ухудшаются в рангах в алфавитном порядке от А до Д, т.е. наилучшие условия соответствуют рангу А. Как видно из табл. 3.4, комфортным микро- и биоклиматическим условиям не всегда соответствуют лучшие условия рассеяния загрязнителей [36].

Таблица 3.4

**Ранжирование типов микrokлимата по степени комфортности
и потенциальным условиям рассеяния примесей (РП)
(скорость ветра 0...2 м/с)**

Тип местоположения	Ранг микrokлимата по	
	степени комфортности	потенциальным условиям РП
Ровные участки (в том числе и предгорные)	III	В
Возвышения, верхние части склонов	I - II	А, Б
Средние и нижние части склонов разной ориентации	II – III	Б, В
Пониженные участки	IV	Г
Пониженные заболоченные участки	V	Г
Котловины	V	Д
Прибрежные территории (речные, морские): а) высокий берег	II	А
б) низкий берег	III	Б
Поймы рек	IV	Г
Надпойменные террасы (первая, вторая и т.д.)	II – III	Б, В, Г
Ложбины, долины мелких речек, ручьев: а) без стока	IV	Д
б) со стоком воздуха	II	Б

Метод эколого-микrokлиматического районирования территории большого города дает наиболее полную экологическую оценку микrokлиматических условий [41]. Рассмотрим основные положения этого метода на примере г. Нижнего Новгорода.

Первый этап эколого-микrokлиматического районирования. Определяются эколого-микrokлиматические факторы. Действие факторов оценивается в каждой точке – узле сетки квадратов, наложенной на территорию города (шаг сетки – 750 м, суммарное количество точек – 495, масштаб карты – 1:25000). Выявлено 10 эколого-микrokлиматических факторов: поля ветровых потоков зимой и летом (1, 2); скорости ветра зимой и летом (3, 4); местоположение точки по отношению к ближайшим промышленным предприятиям (5); температура воздуха зимой и летом (6, 7); относительная влажность воздуха летом (8); форма микрорельефа и экспозиция склона (9); факторы поглощения из атмосферы загрязняющих веществ – наличие водоемов и растительный покров (10). Количественным и качественным показателям каждого фактора присваивается балл (от 1 до 5 баллов). Первому баллу соответствуют наихудшие, а пятому баллу – наилучшие экологические условия.

Второй этап эколого-микrokлиматического районирования. По определенному набору балльных значений всех десяти факторов с помощью математического анализа выделяются отдельные низовые микrokлиматические районы. На территории г. Нижнего Новгорода выделено 28 низовых районов. Затем по уровню комфортности микrokлимата для роста растительности и самочувствия человека выделяются более укрупненные районы территории города.

Для этого сначала вычисляется индекс комфортности микrokлимата:

$$J_{к,i} = \bar{P}_i / \bar{P}_{max}, \quad \bar{P}_i = \sum_{i=1}^{10} W_i \cdot P_i,$$

где P_i – величина в баллах i -го фактора, W_i – весовой коэффициент или коэффициент значимости i -го фактора для роста растительности и самочувствия человека, \bar{P}_i – средневзвешенный балл всех i -х факторов, \bar{P}_{max} – максимальный средневзвешенный балл, определенный по наибольшим баллам всех факторов.

Уровень комфортности микrokлимата района определяется по значениям статистических характеристик J_k . Для г. Нижнего Новгорода выделено 7 районов. Возрастанию уровня комфортности микrokлимата в районах сопутствует уменьшение степени предрасположенности микrokлиматических условий к загрязнению атмосферного воздуха. На рис. 3.3 и 3.4 показаны карты функционального зонирования и эколого-микrokлиматичес-

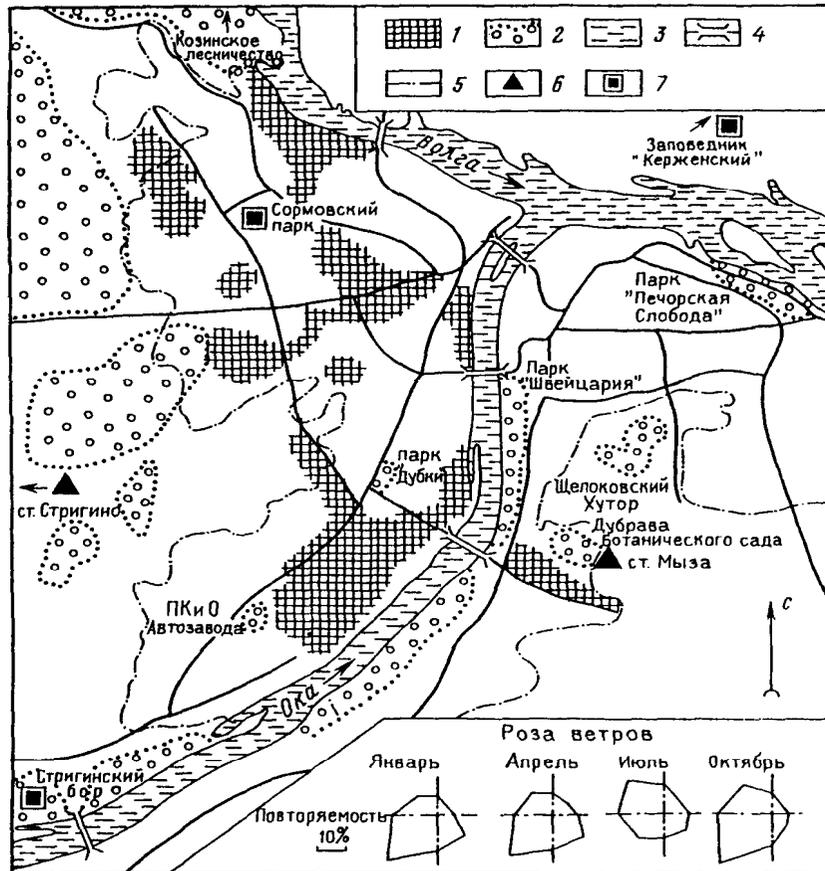


Рис. 3.3. Функциональное зонирование территории Нижнего Новгорода:

1-2 – функциональные зоны: 1 – промышленная, 2 – рекреационная; 3 – акватории; 4 – мосты и основные автотранспортные магистрали; 5 – границы городской территории; 6 – метеостанции; 7 – участки ландшафтно-экологической съемки

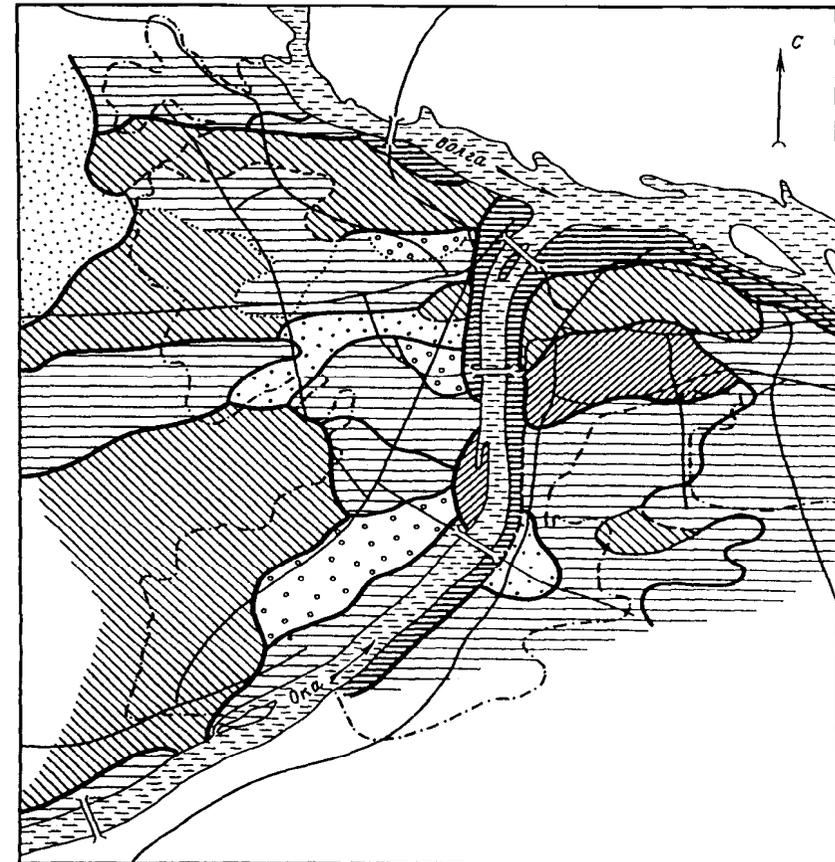


Рис. 3.4. Эколого-микроклиматическая карта Нижнего Новгорода

Районы с уровнем комфортности микроклимата: 1 – крайне низкий; 2 – умеренно низкий; 3 – пониженный; 4 – средний; 5 – повышенный; 6 – умеренно высокий; 7 – очень высокий. Мера контрастности границ районов возрастает от 8 до 13; 14 – границы городской территории; 15 – мосты и основные транспортные магистрали; 16 – акватории

кого районирования территории г. Нижнего Новгорода. Как видно из рисунков, промышленным зонам отвечает наименьший уровень, а рекреационным зонам – наибольший уровень комфортности микроклиматических условий.

Метод эколого-микроклиматического районирования позволяет проводить комплексную экологическую оценку микроклиматических условий территории города. В результате эколого-микроклиматического районирования могут определяться направления развития территории города, корректироваться его функционально-планировочная структура. При использовании метода выявление и обоснование значимости эколого-микроклиматических факторов и их комплекса необходимо проводить для каждого конкретного города с учетом его природно-климатических, экологических и др. особенностей.

3.3. Природно-техногенные условия и экологическое состояние территории застройки

Природно-техногенные условия территории характеризуются:

- наличием природных, природно-антропогенных и антропогенных объектов;
- показателями состояния природных и природно-антропогенных объектов, а также компонентов природной среды;
- возможностью, наличием и параметрами протекания природных и природно-техногенных процессов и явлений.

Сведения о природно-техногенных условиях включают данные о географии и гидрографии территории (наличие рек, озер, болот, лиманов, плавней и т.п.), о геоморфологических условиях (рельеф), о гидрологических (режим поверхностных вод), о гидрогеологических (режим подземных вод) и геологических (состояние горных пород, грунтов) условиях, о климатических и микроклиматических условиях территории, о гидрометеорологических процессах и явлениях, о геологических и инженерно-геологических процессах и др. данные.

Экологическое состояние территории характеризуется степенью изменения природных и природно-антропогенных объектов, а также компонентов природных сред под воздействием антропогенных факторов. Оценка экологического состояния территории учитывает влияние изменения окружающей среды на человека, растительность и животный мир.

Инженерные изыскания для строительства. Природно-техногенные условия и экологическое состояние территории застройки оцениваются по материалам инженерных изысканий для строительства [42]. В соответствии со СНиП 11-12-96 они включают в себя:

- инженерно-геодезические изыскания;
- инженерно-геологические изыскания;

- инженерно-гидрометеорологические изыскания;
- инженерно-экологические изыскания;
- изыскания грунтовых и строительных материалов;
- изыскания источников водоснабжения на базе подземных вод.

По результатам выполненных изысканий составляется отчет, который содержит текстовую и графическую части. Масштаб графического материала должен соответствовать масштабу градостроительного документа, для разработки которого проводятся изыскания:

- генеральный план города – 1:2000 – 1:10000;
- проект планировки – 1:1000 – 1:2000;
- проект застройки – 1:500 – 1:1000.

Инженерно-геодезические изыскания для строительства обеспечивают получение топографо-геодезических материалов и данных о ситуации и рельефе местности (в том числе дна водотоков, водоемов и акваторий), о существующих зданиях и сооружениях (наземных, подземных и надземных) и других элементах планировки, а также об опасных природных и природно-техногенных процессах.

К опасным природным и природно-техногенным процессам, которые исследуются при проведении инженерно-геодезических изысканий, относятся: склоновые процессы, карст, переработка берегов рек, морей, озер и водохранилищ, подвижки земной поверхности в районах разрывных тектонических смещений, деформации (смещения, наклоны) земной поверхности на подрабатываемых территориях (при подземном строительстве, откачке подземных вод, нефти, газа и т.п.) и подтопляемые территории. Результаты наблюдений за развитием опасных природных и природно-техногенных процессов, выполняемых геодезическими и др. методами, заносятся в геоинформационную систему (ГИС) городских поселений. Геодезическая часть ГИС включает: карты, планы, аэро- и космоснимки, материалы стереофотограмметрических и др. видов съемок.

Разработанные в результате инженерно-геодезических изысканий топографические основы и полученные геодезические данные используются для выполнения других видов инженерных изысканий. На основе топографических карт и планов разрабатывается градостроительная документация.

Инженерно-геологические изыскания обеспечивают изучение инженерно-геологических условий района строительства и составление прогноза возможных изменений этих условий при взаимодействии проектируемых объектов с геологической средой. Под *геологической средой* понимается верхняя часть литосферы, в пределах которой осуществляется инженерно-хозяйственная (в том числе инженерно-строительная) деятельность. Геологическая среда представляет собой динамическую систему, компонентами которой являются: горные породы, подземные воды, газы, физические поля (тепловые, электромагнитные и пр.). Совокупность характери-

стик компонентов геологической среды, влияющих на условия проектирования и строительства, а также на эксплуатацию инженерных сооружений, представляет собой *инженерно-геологические условия* территории строительства. Это характеристики рельефа, состава, состояния и условий залегания горных пород и подземных вод, а также характеристики геологических и инженерно-геологических процессов. К геологическим процессам относят изменение состояния компонентов геологической среды под воздействием протекания опасных природных процессов, а к инженерно-геологическим – под воздействием протекания природно-техногенных процессов. Это сейсмичность, вечная мерзлота, карст, склоновые процессы, подтопление, просадочные явления и др.

Инженерно-геологические условия показывают пригодность территории для ведения на ней строительства с позиций устойчивости зданий и сооружений. По результатам инженерно-геологических изысканий составляются инженерно-геологические карты.

Инженерно-гидрометеорологические изыскания обеспечивают изучение гидрометеорологических условий района строительства. Эти условия характеризуют:

- климатические факторы (температура и влажность воздуха, скорость и направление ветра, осадки, испарение и атмосферные явления, глубина промерзания грунта и высота снежного покрова);
- микроклиматические факторы (различия в радиационном, температурно-влажностном и ветровом режимах различных участков территории, световой климат, вертикальное распределение температуры воздуха, газовый состав воздуха и содержание в нем аэрозолей, атмосферное электричество и др.);
- гидрологические режимы водных объектов (режим уровня и стока воды, ледовый и термический режимы, режимы наносов и руслового процесса, гидрохимический режим, границы затопления местности и зоны деформации берега, режимы волнений и течений для озер, водохранилищ и прибрежных зон морей);
- опасные гидрометеорологические процессы и явления (наводнения, цунами, селевые потоки, снежные лавины и заносы, ураганные ветры и смерчи, гололеды, активные проявления русловых процессов), их продолжительность, частота и границы распространения.

На основе инженерно-гидрометеорологических изысканий для разработки градостроительной документации оценивается:

- гидрометеорологический режим территории, планируемой под застройку;
- возможность использования водных объектов в качестве источников водоснабжения и приемников сточных вод, а также использования их в

санитарно-технических, транспортных, энергетических, мелиоративных, спортивных и культурно-бытовых целях;

- возможность проявления опасных гидрометеорологических процессов и явлений и прогноз их воздействия на проектируемые объекты;
- современное экологическое состояние водной и воздушной среды.

Инженерно-экологические изыскания обеспечивают оценку современного экологического состояния окружающей природной среды и прогноза возможных ее изменений под влиянием антропогенных нагрузок.

Инженерно-экологические изыскания представляют собой целый комплекс мероприятий, которые указываются в разделах свода правил СП 11-102-97 [43]:

1) сбор имеющихся материалов (опубликованных или фондовых) о природных условиях района (площадки), поиск объектов-аналогов, функционирующих в сходных природных условиях;

2) экологическое дешифрирование аэрокосмических материалов (с использованием различных видов съемок – черно-белой, многозональной, радиолокационной, тепловой и др.);

3) маршрутные наблюдения (с описанием всех компонентов природной среды и ландшафта в целом, состояния наземных и водных экосистем, источников и признаков загрязнения, пятен мазута, метанопроявлений, источников резкого запаха, несанкционированных свалок пищевых и бытовых отходов и т.п.);

4) проходка горных выработок для получения экологической информации (определение мобильности и условий аккумуляции загрязнений, химического состава и концентрации вредных компонентов в почвах, грунтах и подземных водах, определение опасности эмиссии газообразных загрязнителей в воздух и грунтовые воды);

5) гидрогеологические и гидрохимические исследования устанавливают: наличие водоносных горизонтов, на которые процессы строительства и эксплуатации объекта могут оказать негативное влияние, и тех, которые подлежат защите от загрязнения и истощения; состав, фильтрационные и сорбционные свойства грунтов зоны аэрации и водовмещающих пород; наличие верховодки; закономерности движения грунтовых вод, условия их питания и пр.; химический состав грунтовых вод, их загрязненность; возможность влияния техногенных факторов на изменение гидрогеологических условий; загрязненность поверхностных вод, влияние источников загрязнения и влияние этого загрязнения на состояние экосистем и здоровье населения;

6) почвенные исследования выполняются для выбора места размещения площадки строительства на менее плодородных почвах и максимального сохранения лесного фонда; определения влияния проектируемого сооружения на прилегающие сельскохозяйственные и лесные угодья для раз-

работки мероприятий по их защите от вредного воздействия промышленных выбросов и сбросов токсичных веществ; оценки возможности изменения земель, исходя из их ценности, а также возможности размещения отходов; разработки схем озеленения населенных пунктов и создания рекреационных зон; оценки загрязненности почв;

7) геологическое опробование и оценка загрязненности атмосферного воздуха, почв, грунтов, поверхностных и подземных вод;

8) лабораторные химико-аналитические исследования выполняются для оценки загрязнения почв, грунтов, поверхностных и подземных вод вредными химическими веществами, а также для оценки сорбционной способности почв и грунтов;

9) исследование и оценка радиационной обстановки включает оценку гамма-фона на территории строительства, определение радиационных характеристик источников водоснабжения, оценку радоноопасности территории;

10) газогеохимические исследования выполняются на участках распространения насыпных грунтов с примесью строительного, промышленного мусора и бытовых отходов (участки несанкционированных бытовых свалок) мощностью 2,0...2,5 м, с целью определения их способности генерировать биогаз (CH_4 , CO_2 и др.) в пожаро- и взрывоопасных концентрациях;

11) исследования вредных физических воздействий электромагнитного излучения, шума, вибрации, тепловых полей и др.; при этом расположение источников и зон дискомфорта от физических факторов воздействия указывается на картах и схемах территории проектируемого строительства;

12) изучение растительного покрова осуществляется в трех аспектах: в качестве индикатора инженерно-геологических условий и их изменения под влиянием антропогенного воздействия (мерзлотные условия, глубина залегания грунтовых вод, подтопление, осушение, опустынивание); как биотического компонента природной среды; как индикатора уровня антропогенной нагрузки на природную среду (вырубки, гари, механическое нарушение, повреждение техногенными выбросами, изменение видового состава);

13) характеристика животного мира дается на основании опубликованных и фондовых материалов;

14) социально-экономические исследования включают изучение социальной сферы: численности, этнического состава населения, занятости, системы расселения и динамики населения, демографической ситуации, уровня жизни; медико-биологические и санитарно-эпидемиологические исследования; обследование и оценку состояния памятников архитектуры, истории, культуры. Целью исследований является обеспечение перспективы социально-экономического развития региона, сохранение его ресурсно-

го потенциала, соблюдение исторических, культурных, этнических и других интересов местного населения.

Задачи инженерно-экологических изысканий, а также состав и содержание разделов программ по их проведению могут меняться в зависимости от местных условий, вида строительства, стадии проектно-изыскательских работ.

Свод правил СП 11-102-97 разработан на основе принципов обеспечения экологической безопасности проектируемого строительства с учетом комплексной оценки воздействия объекта на окружающую среду, а также воздействия среды на объект и условия проживания населения. Инженерно-экологические изыскания могут выполняться в комплексе с другими видами изысканий, а также самостоятельно. Свод правил предусматривает проведение изыскательских работ в тесном контакте с центрами Росгидромета и санитарно-эпидемиологического надзора Минздрава РФ. Предусматривается участие изыскательской организации в работе с населением: проведение общественных слушаний для выявления отношения различных социальных групп и общественных организаций к реализации проекта; разъяснение спорных вопросов, связанных с возможным изменением природной обстановки и условий жизни людей.

Обработка информации. Информация о природно-техногенных условиях и экологическом состоянии территории города и ее частей содержится:

- в материалах инженерных изысканий для строительства;
- генеральном плане города, проектах планировки, проектах застройки, а именно в разделе «Охрана окружающей среды» этих документов;
- территориальных комплексных схемах охраны природы и природопользования (ТерКСОП) города;
- градостроительном кадастре;
- экологическом паспорте города.

Государственным градостроительным кадастром является документ, представляющий собой информационную систему сведений, необходимую для осуществления градостроительной деятельности [2]. Он включает в себя:

- топографо-геодезические и картографические материалы;
- сведения об экологическом, инженерно-геологическом, сейсмическом и гидрологическом состоянии территории;
- сведения об объектах инженерной, транспортной и социальной инфраструктуры и о благоустройстве территории;
- сведения о градостроительном планировании развития территорий и поселений и об их застройке;
- сведения о зонировании территорий.

Экологический паспорт города – это документ, представляющий собой информационную систему сведений о природно-техногенных условиях и экологическом состоянии территории города, о техногенных нагрузках на окружающую среду города. В паспорте должны быть отображены существующие и прогнозируемые техногенные опасности, в том числе от отрицательного воздействия автотранспорта. Экологический паспорт является основой для разработки градостроительной документации, мероприятий по оздоровлению экологической обстановки в городе.

Пример состава и содержания экологического паспорта г. Ставрополя.

Паспорт составлен в 1995 г., он состоит из двух томов: 1 - текстовая часть; 2 – картографические и табличные приложения. Приложения содержат 15 карт (масштаб 1:10000), 4 таблицы и 1 проспект. В экологический паспорт включены следующие основные разделы:

1. Функциональное зонирование территории г. Ставрополя. Техногенная нагрузка на окружающую среду.
2. Геологические условия.
3. Гидрогеологические условия.
4. Опасные геологические процессы и явления.
5. Земельные ресурсы и их состояние.
6. Водные ресурсы.
7. Растительность.
8. Животный мир.
9. Ландшафтно-экологическое районирование территории города.

Первый том – текстовая часть – имеет самостоятельное значение и предназначен для достаточно широкого использования. Приложения, имеющиеся в городской администрации, предназначены для использования специалистами.

Информация о природно-техногенных условиях и экологическом состоянии территории города обычно представлена цифровыми (табличная форма) и картографическими материалами. При этом карты, по сравнению с массивами цифр, наиболее удобны и наглядны. Таблицы и карты могут представлять результаты как пофакторных, так и многофакторных разработок.

Интегральная оценка комплекса факторов. Состояние компонентов природной среды города, а также изменение состояния окружающей среды под воздействием антропогенных нагрузок (городская застройка, загрязнение, воздействие физических факторов) характеризуются большим числом качественных и количественных трудносопоставимых параметров. Например, для оценки качества окружающей среды на территории застройки используются факторы воздействия шума, вибрации, загрязнения атмосферного воздуха, почв, а также параметры аэрации, инсоляции и др.

Для сопоставления значений различных факторов используют их преобразование в *безразмерные показатели – баллы*. Баллы могут устанавливаться экспертными оценками. Неблагоприятные факторы получают оцен-

ку со знаком минус, благоприятные – со знаком плюс. В результате сложения баллов получают интегральную оценку экологического состояния городской среды по всей совокупности рассматриваемых параметров [37].

Современным методом получения интегральной оценки комплекса факторов является *метод балльных шкал* [44, 41]. Для каждого параметра составляется n -балльная шкала его показателей (часто применяют пяти-балльную шкалу). Конкретные показатели параметра переводят в безразмерные оценки n -балльной шкалы. Перевод показателей параметров в баллы осуществляется на основе обоснованных критериев. Этими критериями могут быть обоснованные экологические показатели и санитарно-гигиенические нормативы (диагностические тесты, ПДК, ОБУВ, ПДУ и т.п.).

Диапазон значений каждого параметра соотносится с его нормативом и делится на n градаций, образуя шкалу из n баллов. В этой шкале 1 балл (или, наоборот, n баллов) означает наименьшее экологическое нарушение и наилучшие экологические условия, а n баллов (или, наоборот, 1 балл) указывают на максимум негативного воздействия и наихудшие экологические условия. Для участка или отдельной точки территории города проводят суммирование баллов по всем параметрам и получают одну интегральную (обобщающую) оценку.

Основной задачей при интегральной оценке комплекса факторов является выбор и обоснование параметров, необходимых и достаточных для характеристики экологического состояния городской среды. Интегральные балльные оценки применяются для характеристики качества окружающей среды по комплексу факторов (многофакторная оценка в баллах). Интегральные оценки используются при составлении экологических карт.

Графоаналитический метод комплексной оценки городской среды. Для оценки комплекса факторов, воздействующих на окружающую среду, применяют графоаналитический метод. Он заключается в последовательном наложении схем анализа каждого фактора (пофакторных схем). В результате получается карта-схема комплексной оценки состояния окружающей среды территории (рис.3.5) [37].

Базовыми пофакторными схемами в пределах территории жилого района являются схемы загрязнения воздуха и почв, шумового дискомфорта [11]. На основании наложения пофакторных схем разрабатываются схемы зонирования территории по санитарно-гигиеническим и экологическим показателям. По результатам зонирования территории формируются экологические требования к проекту по экологической безопасности для проживания населения и влиянию на его здоровье; разрабатываются предложения по градостроительной деятельности (например, исключение территории из застройки и её перепланировка, изменение функционального ис-

пользования территории, осуществление природоохранных мероприятий, охрана ценных пород деревьев и др.).

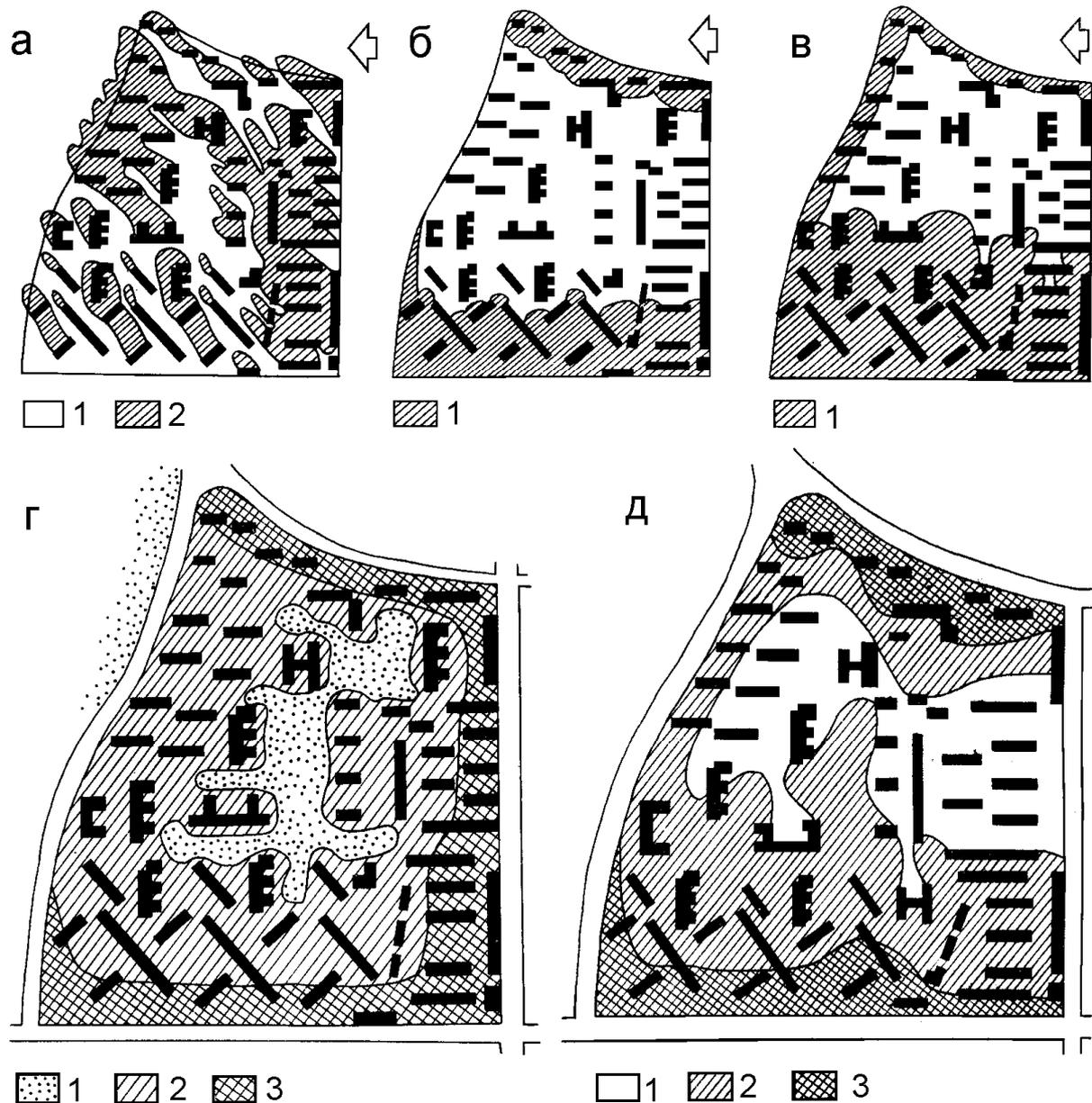


Рис. 3.5. Карта-схема комплексной санитарно-гигиенической оценки жилой застройки:

а – микроклимат: 1 – зона с коэффициентом скорости ветра 0,5...1; 2 – зона с коэффициентом скорости ветра 1...1,5; **б** – загрязнение воздуха от автотранспорта: 1 – зона с содержанием оксида углерода (II) выше ПДК; **в** – шумовой режим: 1 – зона звукового дискомфорта; **г** – обеспеченность зелеными насаждениями: 1 – озелененные пространства; 2 – территории в зоне влияния зеленых насаждений; 3 – территории с недостаточной обеспеченностью зелеными насаждениями; **д** – комплексная оценка: 1 – благоприятные условия; 2 – неблагоприятные условия; 3 – особенно неблагоприятные условия

Интегральная экологическая карта. Общая экологическая ситуация конкретной территории может быть представлена на экологической карте города. Экологическое картографирование представляет интерес как один из методов дифференциации территории города по экологическому состоянию при учете большого числа факторов. Методология экологического картографирования только начинает разрабатываться. Для оценки экологической обстановки на конкретной территории города приходится анализировать и обобщать целые наборы тематических карт, отражающих состояние компонентов природной среды и воздействие антропогенных факторов.

Экологическую карту получают путем наложения нескольких тематических карт друг на друга и их совмещения. При этом соотношения показателей разных тематических карт не определены. Поэтому достоверность информации на полученной экологической карте низкая. Задачу общей экологической оценки территории нельзя решить простым суммированием тематических карт. Процесс интегрирования картографических материалов гораздо сложнее.

Универсального метода экологического картографирования пока не создано. Известен метод составления экологической карты по интегральным оценкам показателей на основе семейства тематических карт [44]. Составление экологической карты проводится в три стадии:

1. Определяется минимальный набор карт, достаточный для интегральной оценки экологической ситуации на территории.

2. Карты разделяются по содержанию информации:

- на карты, характеризующие показатели состояния компонентов природной среды и природных объектов (рельеф, геология, грунтовые и поверхностные воды, растительный покров и др.);
- карты, характеризующие естественные и антропогенные факторы воздействия на экосистему города (микроклимат, загрязнение и др.). Одни карты используются в качестве основы (пластика рельефа, размещение промышленных предприятий, транспортной нагрузки), другие служат исходной информацией для оценки экологической ситуации.

3. Каждая категория показателей, по данным картографических материалов, оценивается отдельно, независимо друг от друга. Оценка проводится по шкале баллов. Полученные интегральные оценки наносятся на контуры карты-основы. В результате получается две карты интегральных оценок. Они суммируются, и получается экологическая карта.

На рис. 3.6 приведена экологическая карта г. Серпухова. Она получена при обобщении двух карт: карты угнетенности биоты, составленной по картам состояния растительного покрова, лишеноиндикации, активности почвенной микрофлоры, и карты загрязнения почв, составленной по кар-

там загрязнения почв тяжелыми металлами и хлорорганическими соединениями [44].

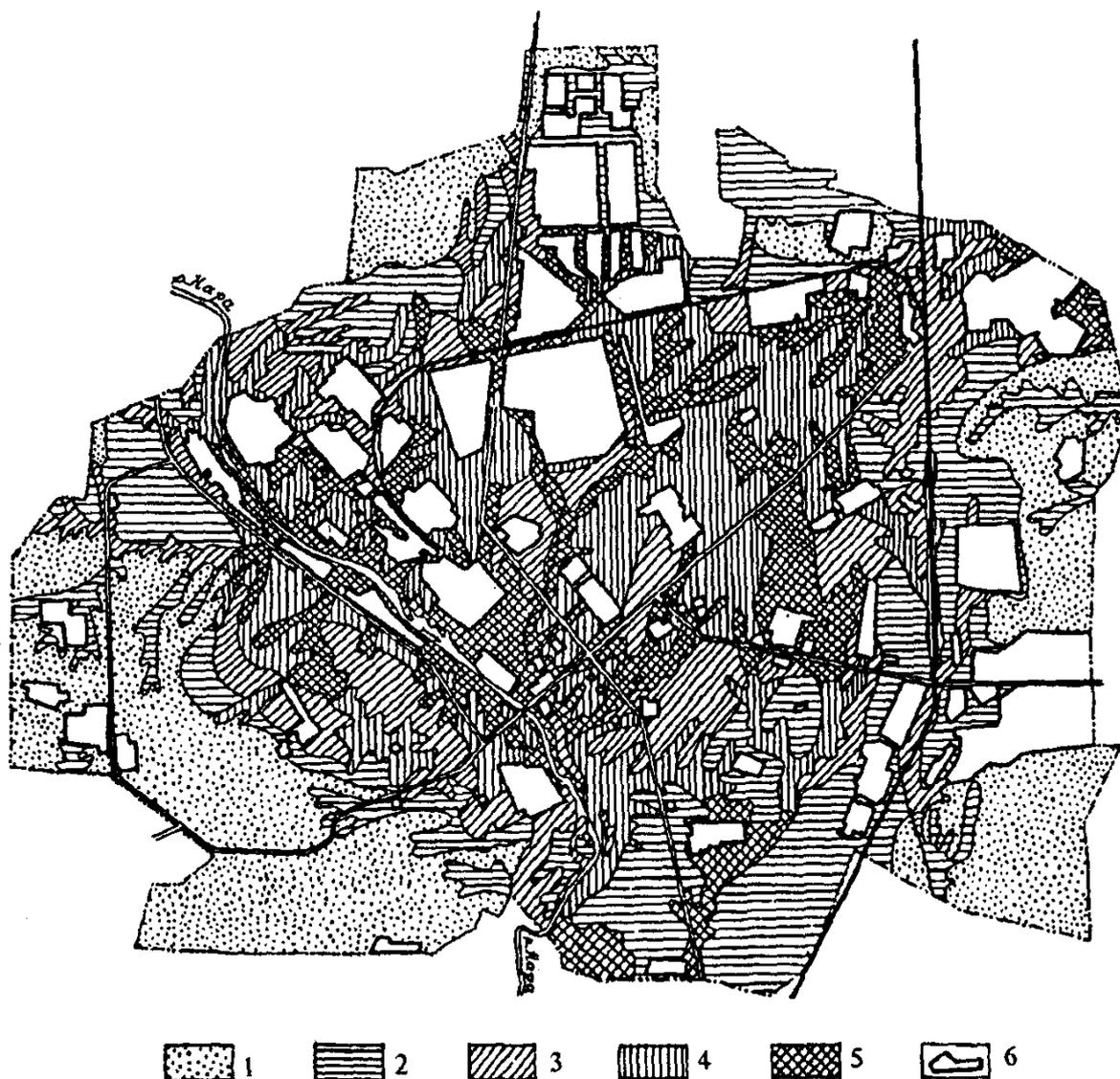


Рис. 3.6. Экологическая карта города Серпухова

Экологическая ситуация: 1 - благоприятная; 2 - допустимая; 3 - умеренно опасная; 4 - опасная; 5 - чрезвычайно опасная. Прочее: 6 - необследованные территории промышленных предприятий

При обработке экологической информации с целью зонирования территории города широко применяются методы математического анализа (метод кластерного анализа, метод дескриптивных множеств и др.) с использованием ЭВМ. Но главная задача заключается не в математической обработке информации, а в правильном методическом подходе к выбору достаточного и необходимого количества экологически обоснованных факторов.

Специалистами рассматривается вопрос о необходимости введения в практику градостроительного проектирования планировочных ограниче-

ний по экологическому состоянию городской среды [45]. В случае неблагоприятной экологической ситуации на проектируемой или реконструируемой территории, планировочные ограничения должны распространяться на размещение детских учреждений, оздоровительных заведений, жилых зданий.

В настоящее время методика градостроительного проектирования не охватывает в полной мере вопросы, связанные с экологическим состоянием городской среды, из-за отсутствия надлежащего методического обеспечения, отсутствия приемлемых характеристик и схем, которые могли быть внедрены в систему градостроительного проектирования.

3.4. Учет факторов природной среды в градостроительном проектировании

Факторы природной среды учитываются в теории и практике градостроительства. Этой наукой установлены показатели степени благоприятности природных факторов для выбора территории застройки (рельеф, инженерно-геологические условия и т.п.). В теории градостроительства определены типологические требования к учету природно-климатических условий в разных климатических районах страны (защита от низких отрицательных температур, ветрозащита, солнцезащита); разработаны специальные планировочные приемы и градостроительные решения для выполнения указанных требований (рис. 3.7).

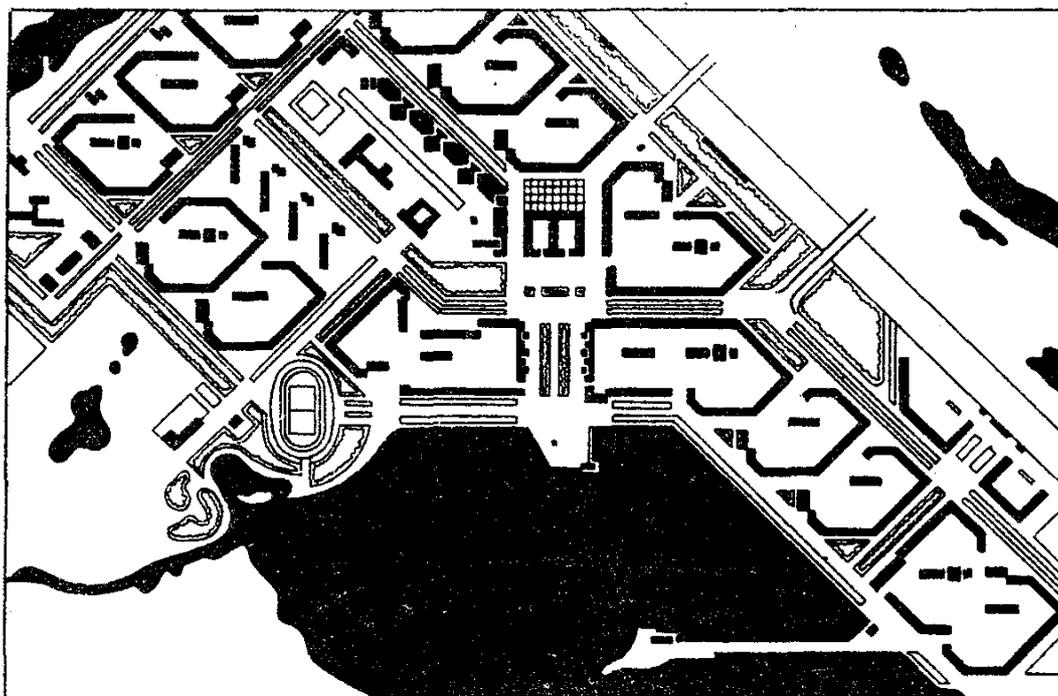


Рис. 3.7. Пример учета неблагоприятных природно-климатических факторов (схема генерального плана г. Надыма)

На каждом уровне градостроительного проектирования должно соблюдаться одно из главных экологических требований – сохранение природного ландшафта: естественного рельефа и растительного покрова (рис. 3.8). Градостроительным решением по сохранению природного ландшафта является сокращение территорий, отводимых под застройку [46]. Это достигается путем:

- увеличения этажности зданий (переход с 5- на 9-этажную застройку сокращает расход территории на 50..55%);
- применения заглубленных и подземных зданий и сооружений (подземные переходы, тоннели, склады, торговые предприятия);
- использования неудобных для строительства территорий (крутой рельеф, выемки и насыпи);
- устройства эксплуатируемых крыш с размещением на них соляриев, спортивных площадок, кафе.

Климатические и природно-техногенные факторы, учет которых необходим для разработки строительной документации, определяются ее содержанием [2]. На уровне разработки генерального плана города, при функциональном зонировании территорий, для оценки взаимного расположения производственных и селитебных зон используются данные о метеорологических факторах, влияющих на процессы перераспределения промышленных загрязнений в приземном слое воздуха; к ним относятся сведения:

- о розе ветров;
- преобладающем направлении ветра в теплый период;
- повторяемости скоростей ветра менее заданной величины;
- повторяемости, высоте расположения и мощности инверсий;
- туманах, жидких осадках и др.

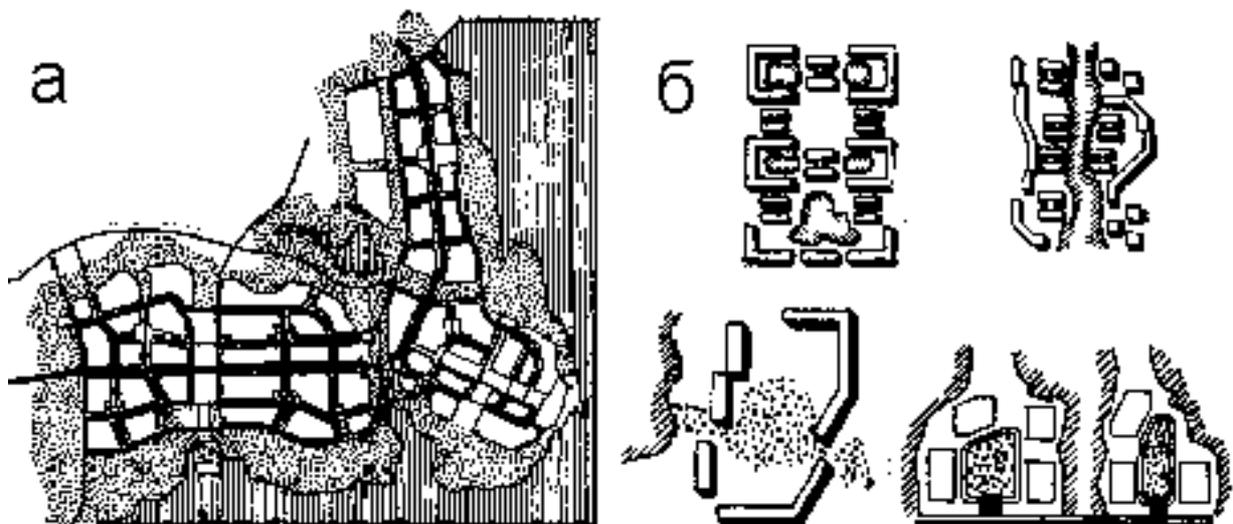


Рис. 3.8. Градостроительные решения по сохранению природного ландшафта:
а – в генеральном плане города: б – в проектах застройки

При выделении зон планировочных ограничений для градостроительной деятельности – зон чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера – учитывается наличие или возможность протекания на территории опасных природных и природно-техногенных процессов: селей, лавин, карста, просадочных явлений и др.

При выделении зон чрезвычайных экологических ситуаций и экологического бедствия учитываются данные об изменении состояния компонентов и объектов природной среды в результате загрязнения их химическими и биологическими веществами, вредными микроорганизмами, радиоактивными веществами. Загрязнение в этом случае превышает установленные нормы и угрожает здоровью людей.

В соответствии с документом «Критерии оценки экологической обстановки территории для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия» [47] определяются:

- загрязнение компонентов окружающей среды – атмосферного воздуха, питьевой воды, почв, а также воздействие ионизирующего излучения;
- ухудшение здоровья населения – увеличение необратимых и несовместимых с жизнью изменений в организме, а также увеличение частоты обратимых нарушений здоровья;
- изменение состояния природной среды, в том числе естественных экосистем.

К зонам экологического бедствия относятся территории с признаками глубоких необратимых изменений окружающей среды, существенным ухудшением здоровья населения и разрушением естественных экосистем (деградации флоры и фауны, потери генофонда). К зонам чрезвычайной экологической ситуации относятся территории с признаками устойчивых отрицательных изменений окружающей среды, угрозой здоровью населения и устойчивыми отрицательными изменениями состояния естественных экосистем (уменьшение видового разнообразия, исчезновение отдельных видов растений и животных, нарушение генофонда). Представленные в документе [47] параметры критериев рассматриваются как временные.

При установлении санитарно-защитных зон предприятий, сооружений и др. объектов проводятся расчеты приземных концентраций вредных веществ. При этом учитываются метеорологические условия, влияющие на рассеивание примесей и аэрозолей.

При разработке проектов планировки и проектов застройки учитываются данные об инсоляционном и ветровом режимах местности. Для определения инсоляции территорий и помещений городской застройки применяют специальные расчетно-графические и приборные методы (в том числе с использованием макетов застройки). Строят картограммы инсоляционного режима застройки территории (рис. 3.9) [11]. В градостроительном

проектировании используют различные архитектурно-планировочные приемы по регулированию инсоляции. Необходимую степень инсоляции площадок, дворов, садов, помещений жилых и общественных зданий обеспечивают путем создания между противостоящими зданиями так называемых санитарных разрывов, то есть расстояний, обеспечивающих условия инсоляции. Они зависят от этажности затеняющих зданий. Расстояния (санитарные разрывы) между зданиями существенно влияют на плотность застройки.

Инсоляция помещений обеспечивается путем выбора соответствующих типов зданий (меридиальных или широтных), а также их ориентацией по сторонам света. Учитывают затенение от древесной растительности и сооружений. В целях создания наиболее благоприятных условий инсоляции жилой территории рекомендуется: дворы и группы жилых зданий располагать с учетом раскрытия их на южную (юго-восточную) сторону горизонта; при соединении жилых зданий под углом, внутренние углы раскрывать на южную сторону горизонта, исключая замкнутые углы, ориентированные на северную сторону. В пояснительной записке к проектам застройки приводится расчет инсоляции территории и помещений зданий.

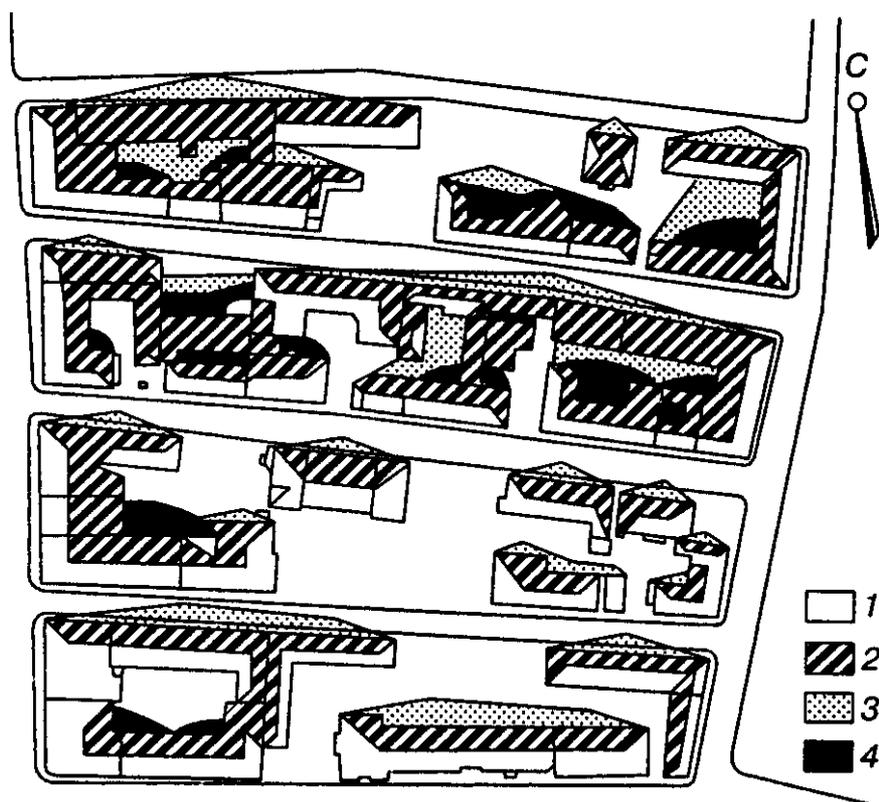


Рис. 3.9. Картограмма инсоляционного режима застройки:
 1 – нормативная инсоляция территории и здания; 2 – инсоляция помещений ниже нормативной; 3 – полугодовое затенение территорий; 4 – то же, круглогодичное

Для создания аэрации будущей застройки учитывают данные о ветровом режиме местности. Комфортный аэрационный режим обеспечивает проветривание территорий, необходимое для удаления загрязнителей из ее воздушного пространства. Для определения параметров аэрационного режима применяют расчетные методы, а также методы моделирования – испытания макетов застройки в аэродинамической трубе (физические модели) или в струях воды (аналоговые модели) [11]. Строят картограммы аэрационного режима застройки. Регулирование аэрационного режима осуществляют путем создания специальными приемами застройки ветрового затенения территории или, наоборот, ее проветривания (рис. 3.10). Например, применяют ветрозащитные протяжные прямолинейные или многогранные здания, расположенные фасадами перпендикулярно или под небольшим углом к ветрам, господствующим в зимний период. Зимой сочетание низких температур даже с ветром, характеризующимся комфортной скоростью, отрицательно сказывается на самочувствии человека. Ветрозащитные здания используют как экраны или формируют из них аэродинамические комплексы, внутри которых, в зоне ветровой тени, располагают здания обычного типа. Длина ветровой тени здания зависит от его длины, высоты, положения по отношению к направлению ветра, а также орографии участка застройки. Применяют ветрозащитные пояса зеленых насаждений.

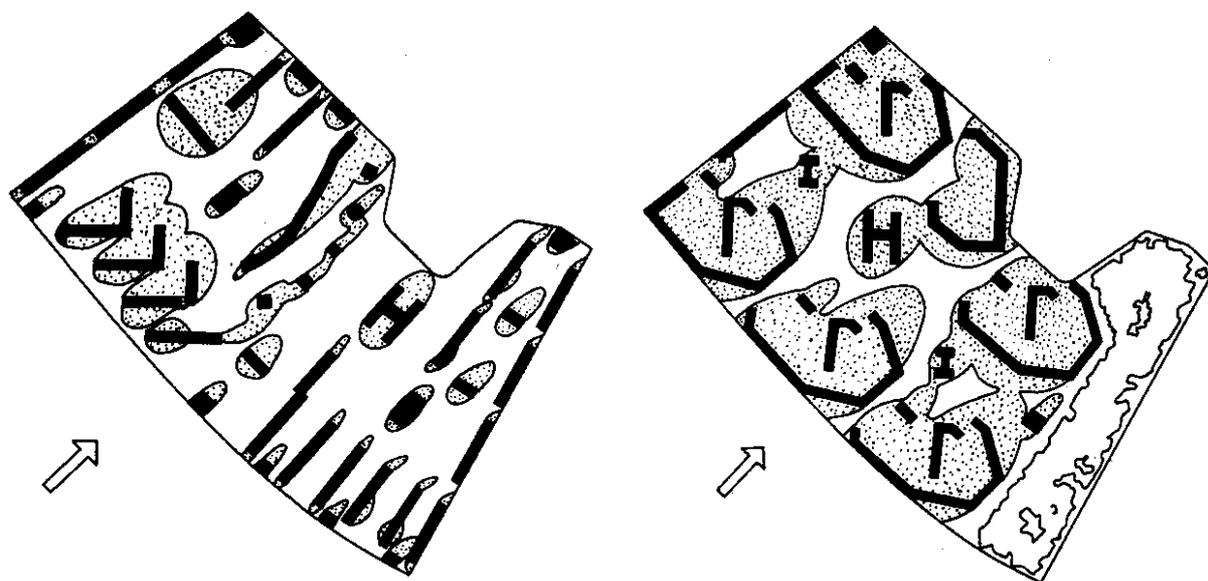


Рис. 3.10. Учет ветрового режима при проектировании жилой застройки

В условиях малых скоростей ветра используют здания типа башен, а многосекционные здания располагают под углом 45° к направлению благоприятного ветра, так как при такой постановке здания резко снижаются размеры ветровой тени. При направлении ветра вдоль фасадов зданий исходная скорость ветра практически не снижается, а около наветренных

торцов образуются зоны повышенных скоростей ветра. Специальными приемами застройки можно эффективно регулировать аэрационные режимы.

Таким образом, в генеральном плане города, проектах планировки и проектах застройки учет факторов природной среды проводится в двух аспектах: 1) создание комфортных условий для жизнедеятельности людей в городе; 2) регулирование состояния, охрана и экологическая безопасность окружающей среды.

3.5. Оценка воздействия градостроительных объектов на окружающую среду

Природно-климатические и техногенные условия учитываются в градостроительном проектировании и влияют на принятие градостроительных решений. В свою очередь, градостроительные объекты воздействуют на окружающую среду, изменяя ее состояние. Оценка этого воздействия проводится при разработке градостроительной документации и проектной документации строительного объекта. По результатам оценки воздействия на окружающую среду выбираются приоритетные направления использования, развития и реконструкции территории; определяются условия и ограничения реализации проектных решений и хозяйственной деятельности на территории.

Каждая стадия градостроительного проектирования и каждая стадия разработки проекта строительства сопровождается разделом, имеющим характер оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС). Так, в градостроительной документации (генеральный план города, проект планировки, проект застройки) это раздел «Охрана окружающей среды». В проектной документации на новое строительство (расширение, реконструкция, техническое перевооружение) предприятий, зданий, сооружений:

- обоснование инвестиций включает раздел «Оценка воздействия на окружающую среду»;
- проект включает раздел «Охрана окружающей среды».

В основе разработки указанных разделов лежит процедура ОВОС. Для проведения ОВОС используются материалы инженерно-экологических и других видов инженерных изысканий для строительства; учитываются действующее законодательство РФ и ее субъектов, строительные нормы и правила, государственные стандарты, санитарные правила, экологические требования и нормативы качества окружающей среды. Исследование состояния окружающей среды, проведение расчетов и моделирование экологических процессов осуществляются на основе сертифицированных методов и методик.

В параграфе 2.2 дано определение ОВОС как вида деятельности по выявлению, анализу и учету прямых и косвенных последствий воздействия

на окружающую природную среду планируемой деятельности. При разработке градостроительной документации исследуется воздействие объекта градостроительства (города, района, микрорайона, квартала) на окружающую среду; при разработке проектной документации – воздействие отдельного здания, сооружения или предприятия. Оценивается изменение состояния атмосферного воздуха, почв, грунтов, грунтовых вод, водных объектов, лесов, городских зеленых насаждений и т.п. Косвенное воздействие градостроительного объекта на окружающую среду оценивается по показателям здоровья населения, растений, животных и по другим показателям. Выявляются все виды воздействия на окружающую среду: выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сбросы загрязняющих веществ и микроорганизмов в поверхностные и подземные воды, загрязнение почв и грунтов, размещение отходов, воздействие физических факторов и воздействия, обусловленные спецификой строительной деятельности. Кроме того, оценивается воздействие объектов градостроительства на протекание природных и техногенных процессов и явлений.

Состав работ ОВОС зависит от климатических и природно-техногенных условий территории, экологической ситуации. На каждой стадии градостроительного проектирования оценки воздействия на окружающую среду отличаются друг от друга по объему информации, степени ее проработки и характеру выводов.

В настоящее время большая часть нового строительства ведется в сложившихся городах. В этих условиях градостроительное проектирование представляет собой решения по развитию и реконструкции уже сложившейся градостроительной системы. Так, новый генеральный план города может вносить изменения в функциональное зонирование и планировку территории. В генеральном плане определяются места размещения предполагаемых к строительству промышленных, коммунальных и транспортных объектов; учитываются перепрофилирование и реконструкция существующих объектов, реорганизация транспортной сети. Реализация предложений генерального плана будет изменять состояние окружающей среды.

Последовательность проведения ОВОС приведена в документе муниципального уровня – «Инструкция о порядке и составе разработки раздела «Охрана окружающей среды» градостроительной документации г. Москвы», утвержденная распоряжением мэра Москвы от 2.08.95 № 376-РМ.

На уровне генерального плана города сначала характеризуются климатические и природно-техногенные условия территории. Оценивается современное состояние окружающей среды. Проводится ее покомпонентная и комплексная оценка. Разрабатывается программа природоохранных мероприятий. Затем оценивается ожидаемое состояние окружающей среды в результате реализации предложений генерального плана и выполнения

природоохранных мероприятий. Определяется природоохранная стратегия города.

На уровне проекта планировки жилого района современная экологическая ситуация определяется по данным раздела «Охрана окружающей среды» генерального плана города. Анализируется воздействие на состояние окружающей среды только тех объектов, которые расположены и функционируют в пределах территории района. Затем оценивается степень влияния на окружающую среду проектируемых объектов. Проводится комплексная оценка ожидаемого изменения состояния окружающей среды в результате строительства. Определяются градостроительные мероприятия по снижению негативного воздействия на окружающую среду выявленных факторов.

На уровне застройки микрорайона оценка современной экологической ситуации и оценка современного состояния окружающей среды проектируемой территории проводятся по данным генерального плана города и проекта планировки района. Анализируется изменение состояния окружающей среды (по отдельным выбранным факторам и по их совокупности) в результате воздействия проектируемой застройки. При этом оцениваются различные варианты проектных решений. Уточняются природоохранные мероприятия и конкретизируются предложения по архитектурно-планировочной организации территории, предусмотренные проектом планировки.

При разработке проектной документации строительства, реконструкции или технического перевооружения объекта на первых этапах требуется только обосновать намечаемую хозяйственную или иную деятельность будущего объекта строительства. Поэтому на этапе обоснования инвестиций цель ОВОС – показать возможность ее осуществления с учетом тех или иных экологических проблем, связанных как с региональными особенностями территории, так и с отраслевой спецификой. На этапе проектирования ОВОС выражается уже в конкретных количественных (или качественных экспертных) показателях возможных последствий от планируемой деятельности. Целью ОВОС на данном этапе является выбор технических и технологических решений, которые позволили бы избежать или свести к минимуму негативное влияние на окружающую среду.

Пример состава и порядка разработки раздела «Охрана окружающей среды» проектной документации объекта строительства по пособию к СНиП 11-01-95 [48].

1. Краткие сведения о проектируемом объекте

Приводятся технические параметры объекта. Характеризуется взаимодействие проектируемого объекта с окружающей средой (по результатам ОВОС, представленным в обосновании инвестиций).

2. Охрана и рациональное использование земельных ресурсов

Дается характеристика земель района расположения объекта. Оценивается воздействие объекта на территорию, на условия землепользования, на геологическую среду. Приводятся мероприятия по охране земель, почвенного покрова и недр. Указываются мероприятия по рекультивации и правила рекультивации нарушенных земель при строительстве и эксплуатации объекта. Приводятся мероприятия по восстановлению и благоустройству территории после завершения строительства объекта. Определяется сметная стоимость планируемых природоохранных мероприятий.

3. Охрана воздушного бассейна района расположения объекта от загрязнения

Характеризуются: месторасположение площадки строительства, рельеф местности и рельеф площадки. Характеризуются климатические условия района, в том числе инверсии температуры. Оценивается уровень загрязнения атмосферного воздуха.

Составляется характеристика источников выбросов загрязняющих веществ проектируемого объекта. Указываются мероприятия по уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и мероприятия по регулированию выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях. Рассчитываются приземные концентрации загрязняющих веществ от выбросов объекта, устанавливаются нормативы предельно допустимых выбросов промышленного объекта. Выбираются методы и средства контроля за состоянием атмосферного воздуха. Определяются размеры санитарно-защитной зоны предприятия. Определяются сметная стоимость и экономическая эффективность воздухоохранных объектов и мероприятий. Указываются мероприятия по защите от шума и вибрации.

4. Охрана поверхностных и подземных вод от истощения и загрязнения

Приводится ситуационный план района строительства. Дается климатическая характеристика района. Приводится характеристика проектируемого объекта. Определяются характеристики водопотребления и водоотведения промышленного объекта. Приводятся характеристики водных объектов, используемых для водоснабжения или водоотведения проектируемого (реконструируемого) предприятия. Оценивается воздействие проектируемого объекта на состояние поверхностных и подземных вод. Указываются характеристики сточных вод объекта. Определяются объемы сбросов (аварийных сбросов) сточных вод. Выбираются мероприятия по охране подземных вод от истощения и загрязнения, рыбоохранные мероприятия, мероприятия по улучшению руслового режима водного объекта в районе водозабора. Определяется сметная стоимость водоохранных мероприятий.

5. Охрана окружающей среды при складировании (утилизации) отходов промышленного производства

Указываются виды и количество отходов проектируемого объекта. Оценивается степень токсичности отходов. Характеризуется складирование (утилизация) отходов. Определяется сметная стоимость объектов и мероприятий по складированию (утилизации) отходов.

6. Охрана растительного и животного мира

Характеризуется состояние растительности и животного мира района проектируемого объекта. Оценивается воздействие объекта на растительность и животный мир. Выбираются мероприятия по охране растительности и животного мира. Определяется сметная стоимость мероприятий по охране и рациональному использованию растительности и животного мира.

7. Прогноз изменения состояния окружающей среды под воздействием проектируемого объекта

Прогнозируется состояние атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод в районе размещения проектируемого объекта. Оцениваются нарушение (загрязнение) территории, изменения характера землепользования и транспортных условий. Прогнозируется воздействие объекта на окружающую среду, объекты инфраструктуры и население при возможных проектных и запроектных авариях. Оценивается изменение социально-экономических условий.

На основе выводов ОВОС дается экологическое обоснование на проведение градостроительной, строительной, хозяйственной и иной деятельности. *Экологическое обоснование* – это совокупность доводов (доказательств) и научных прогнозов, позволяющих оценить экологическую опасность намечаемой градостроительной, строительной, хозяйственной и иной деятельности. При этом под экологической опасностью понимается ухудшение показателей качества окружающей среды (состояний, процессов) под влиянием природных и техногенных факторов, представляющих собой угрозу экосистемам и человеку. В предпроектной и проектной документации должны быть обоснованы [49]:

- размещение объекта (выбор площадки);
- изъятие природных ресурсов (земельных, водных, недр, лесных);
- уровень экологической опасности технологических процессов, продукции, отходов;
- экологическая безопасность объекта, ОВОС;
- природоохранные мероприятия.

Материалы раздела «Охрана окружающей среды» используются при проведении государственной экологической экспертизы. Она контролирует результаты исследований и прогнозов ОВОС, опираясь на экологическое обоснование. Государственная экологическая экспертиза проводится соответствующим отделом территориального органа Главного управления природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России. Она завершает стадию проектирования, приняв решение о реализации (или запрете реализации) проекта.

Таким образом, климатические, природно-техногенные условия и экологическое состояние территории застройки определяют градостроительные решения по созданию искусственной среды жизнедеятельности чело-

века. В этом случае окружающая среда воздействует на человека через градостроительный объект:

окружающая среда → градостроительный объект → человек.

В свою очередь, градостроительный объект воздействует на существующую, сложившуюся среду жизнедеятельности человека:

градостроительный объект → окружающая среда → человек.

Для решения вопросов по снижению негативного воздействия градостроительных объектов и их функционирования (хозяйственной и иной деятельности) на окружающую среду необходимо использовать целый комплекс природоохранных методов и мероприятий. Они осуществляются как градостроительными, так и техническими средствами.

Контрольные вопросы

1. Какие климатические параметры и режимы учитываются при планировке и застройке городских поселений, проектировании зданий и сооружений?

2. Какие факторы природной среды влияют на микроклиматические условия местности?

3. Какие факторы городской среды влияют на формирование микроклимата города? Микроклиматическая изменчивость общеклиматических режимов на отдельных участках территории большого города.

4. Биоклиматические показатели погодных условий. Какие методы применяются для оценки биоклимата города?

5. Какими метеорологическими факторами определяется рассеивание примесей и аэрозолей в воздухе? В чем сущность понятия «потенциал загрязнения атмосферы»?

6. Какие существуют экологические критерии оценки микроклимата города? Эколого-микроклиматическое районирование территории города.

7. Каков основной состав инженерных изысканий для строительства как источников сведений о природно-техногенных условиях и экологическом состоянии территории застройки?

8. Какие методы используются для комплексной оценки воздействия на городскую среду природных и антропогенных факторов?

9. Какие климатические и природно-техногенные факторы учитываются при разработке градостроительной и проектной документации для регулирования, охраны и экологической безопасности городской среды?

10. Какая последовательность проведения ОВОС предусмотрена при разработке раздела «Охрана окружающей среды» в градостроительной и проектной документации?

Г л а в а 4

МЕТОДЫ ОХРАНЫ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

4.1. Источники загрязнения и загрязнители городской среды

Источниками загрязнения городской среды являются любые объекты производственной и бытовой деятельности людей, приносящие загрязнения в атмосферный воздух, водные объекты, почву и грунты города.

Классификация загрязнений. Выделяют две основные группы загрязнений – материальные и энергетические. Материальные загрязнения разделяют по агрегатному состоянию на газо- и парообразные, жидкие и твердые. К материальным загрязнениям относятся химические (в том числе радиоактивные) и биологические вещества. Биологические вещества – это различные виды микроорганизмов.

Загрязняющее вещество иначе называют токсичное, опасное, вредное вещество, примесь, поллютант (от англ. pollution - загрязнение). По степени опасности химического воздействия на организм человека все загрязняющие вещества разделяются на классы опасности. В зависимости от токсичности, кумулятивности (от лат. *comulo* - накапливаю), способности вызывать отдаленные эффекты, лимитирующего показателя вредности в России выделены *четыре класса опасности загрязняющих веществ*: 1) чрезвычайно опасные, 2) высокоопасные, 3) опасные, 4) умеренно опасные. Классификация загрязняющих веществ в разных странах различна. Воздействие на организм человека большинства загрязняющих веществ известно и описано. Энергетическими или физическими загрязнениями являются все виды энергии, оказывающие негативное влияние на человека и другие организмы: тепло, вибрация, шум, электромагнитные поля, ионизирующее излучение.

Некоторые загрязняющие вещества и физические факторы вызывают изменения в организме на клеточном уровне. К ним относятся:

- *канцерогены* – вещества или физические агенты, вызывающие и развивающие злокачественные образования;
- *мутагены* – вещества или факторы, вызывающие мутацию, то есть изменение наследственных свойств организма;
- *тератогены* – вещества или физические факторы, воздействующие на плод и вызывающие у организмов в процессе их развития уродства.

Некоторые загрязняющие вещества могут быть скрытыми мутагенами, то есть превращаться в мутагены в пищеварительном тракте человека и животных.

Онкологическая заболеваемость людей является основным медицинским показателем неблагополучия экологической обстановки города. Из-

вестным канцерогеном является *бенз(а)пирен*. Его среднесуточная ПДК в воздухе составляет 0,1 мкг/100 м³.

К особо ядовитым веществам (суперэкоотоксикантам) относятся *диоксины и фураны*. Они обладают канцерогенным, мутагенным и тератогенным действием (вызывают образования опухолей, врожденные аномалии, внутриутробные смерти детей). Диоксины и фураны – две большие группы полихлорированных дибензодиоксинов и полихлорированных дибензофуранов (всего 210 изомеров). ПДК диоксинов и фуранов в атмосферном воздухе населенных мест составляет 0,5 пг/м³ (1 пг = 10⁻¹² г), ПДК в питьевой воде подземных источников и рек – 2·10⁻⁸ мг/л, ОБУВ в почве – 133 пг/кг. Допустимая суточная доза составляет 10 пг на 1 кг массы тела человека. Эти вещества весьма стойки, период их полураспада – 25 лет. Они выделяются в процессе разложения пластических масс и полимерных материалов. Источниками загрязнения окружающей среды диоксинами и фуранами являются мусоросжигательные установки, печи сжигания ТЭЦ и т.п.

Известен обширный класс веществ, вызывающих аллергические реакции. Аллергия – повышенная чувствительность или реактивность организма к тому или иному веществу (аллергену). *Аллергенами* могут быть болезнетворные и неболезнетворные микробы и вирусы, домашняя пыль, шерсть животных, пыльца растений, лекарственные препараты, химические вещества (бензин, хлорамин и т.п.), а также продукты питания. Но возникает эта болезнь на фоне общего загрязнения городской среды.

Выбросы автотранспорта. Опасность этого загрязнения обусловлена непосредственной близостью источников загрязнения к жилым районам; расположением источников загрязнения вблизи земной поверхности, в результате чего отработавшие (выхлопные) газы скапливаются в зоне дыхания людей. Особенно высокое содержание отработавших газов (ОГ) автотранспорта скапливается на уличных перекрестках перед светофором, где двигатели автомобилей работают на богатых смесях. В районах с узкими улицами и высотными домами выхлопные газы рассеиваются медленно и вызывают хронические отравления людей, длительное время находящихся на воздухе (инспектора дорожного движения, уличные торговцы и др.).

В состав ОГ входят в основном газообразные вещества и небольшое количество твердых частиц, находящихся во взвешенном состоянии. По характеру воздействия на организм человека вещества, составляющие ОГ, разделяются на нетоксичные и токсичные. К нетоксичным веществам относятся: азот, кислород, пары воды, оксид углерода (VI). К токсичным веществам – оксид углерода (II), углеводороды, оксиды азота, оксид серы (IV), альдегиды, бенз(а)пирен, сажа, свинец и др. Основной вклад в суммарную токсичность ОГ карбюраторных двигателей вносят оксид углерода (CO), оксиды азота, углеводороды, а дизельных – оксиды азота, углеводо-

роды, оксид серы и сажа. Массовое содержание токсичных нормируемых компонентов в ОГ от автотранспорта при сжигании 1 т топлива приведено в табл. 4.1 [50].

Таблица 4.1

Масса выбросов при сгорании 1т топлива

Вредные вещества	Формула	Масса выбросов при сгорании 1 т топлива			
		Бензин		Дизельное топливо	
		кг	%	кг	%
Оксид углерода (II)	CO	140	56,7	45	30,6
Углеводороды	C _x H _y	80	32,4	55	37,4
Оксиды азота	NO _x	25	10,1	35	23,8
Оксид серы (IV)	SO ₂	2	0,8	4	2,8
Бенз(а)пирен	C ₂₄ H ₁₂	225·10 ⁻⁵	9·10 ⁻⁵	-	-
Соединения свинца	-	225·10 ⁻³	5·10 ⁻³	-	-
Твердые частицы, сажа	C	-	-	8*	5,4*
Всего, кг	-	247	-	147	
% по топливу	-	-	100		100,0
% по видам топлива	-	100	-	59,5	-

Примечание. * – вместе с сажой.

Загрязняющие вещества автотранспорта имеют различный токсикологический эффект [51]. *Оксид углерода CO* обладает выраженным отравляющим действием. Он нарушает окислительные процессы в организме человека, так как вступает в реакцию с гемоглобином крови, замещая в нем кислород. Часто наступает отравление даже небольшими дозами оксида углерода. При больших дозах (свыше 1%) наступает потеря сознания и смерть.

Оксид азота (II) NO превращается в атмосферном воздухе в оксид азота (IV) NO₂. При контакте оксида азота (IV) с влажной поверхностью (слизистые оболочки глаз, носа, бронхов) образуются азотная и азотистая кислоты, которые раздражают слизистые оболочки и поражают ткань легких. Воздействие оксидов азота нельзя ослабить никакими нейтрализующими действиями. Кроме того, они участвуют в фотохимических реакциях образования смога.

В составе ОГ содержится несколько десятков *углеводородных соединений*. Особенно опасным из них является канцерогенный углеводород – бенз(а)пирен.

Сажа – твердые частицы углерода, также очень опасный компонент ОГ. Она является носителем канцерогенных ароматических углеводородов (в том числе бенз(а)пирена), которые адсорбируются на ее поверхности и сохраняются долгое время.

Около 70...80% свинца, добавленного к бензину с этиловой жидкостью в виде тетраэтилсвинца, вместе с ОГ попадают в атмосферный воздух. Соединения свинца накапливаются в организме, вызывают изменения кровеносных органов и нарушения в обмене веществ. *Оксиды серы* угнетающе действуют на кровеносные органы человека, способствуют заболеванию дыхательных путей.

Фреоны. Актуальность учета загрязнения атмосферного воздуха данными соединениями обусловлена их способностью разрушающе действовать на озоновый слой Земли. Фреоны – это хлорированные и фторированные углеводороды. Они не горючи, не токсичны, не дороги. Применяются фреоны в качестве хладагентов в холодильниках и кондиционерах. Их используют как пенообразующие агенты в установках для пожаротушения и в качестве рабочего тела аэрозольных упаковок (лаки, дезодоранты и т.п.).

Источники загрязнения атмосферного воздуха вредными веществами – это транспортный и теплоэнергетический комплексы, промышленные предприятия цветной и черной металлургии, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, машиностроения, стройиндустрии, пищевой промышленности, газовой промышленности, а также жилищно-коммунальное хозяйство.

Основным источником загрязнения атмосферного воздуха является автомобильный транспорт. Суммарный объем выбросов загрязняющих веществ на территории РФ составляет 35 млн тонн в год, из них 60% приходится на автотранспортный комплекс и 40% на выбросы предприятий промышленности. Значительный вклад в загрязнение воздуха городов вносят теплоэнергетические предприятия: ТЭС, отопительные и производственные котельные.

По г. Омску суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух в 2000 году составили 397,7 тыс. тонн, в том числе: от стационарных источников промышленности 198,6 тыс. тонн (49,9% от суммы выбросов); от автотранспортного комплекса (стационарных и подвижных источников) 199,1 тыс. тонн (50,1% от суммы выбросов) [33]. Вклад отраслей промышленности (за исключением подвижных источников автотранспорта) в выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух г. Омска в 2000 г. приведен на рис. 4.1. Наибольший вклад в загрязнение среды города дает автомобильный транспорт, затем следует электроэнергетика и нефтеперерабатывающая промышленность.

Источники шумового загрязнения воздушной среды города – это, в первую очередь, автомобильный транспорт, а также железнодорожный, авиационный и электротранспорт. Свой вклад в шумовое загрязнение вносят промышленные, строительные, дорожные, погрузочно-разгрузочные, бытовые и прочие машины и агрегаты. На селитебной территории города

источниками шума являются сооружения транспортной инфраструктуры, объекты спорта и торговли: автомагистрали, автобусные, троллейбусные и железнодорожные вокзалы, аэропорт, физкультурно-оздоровительные сооружения открытого типа, торговые комплексы, рынки.

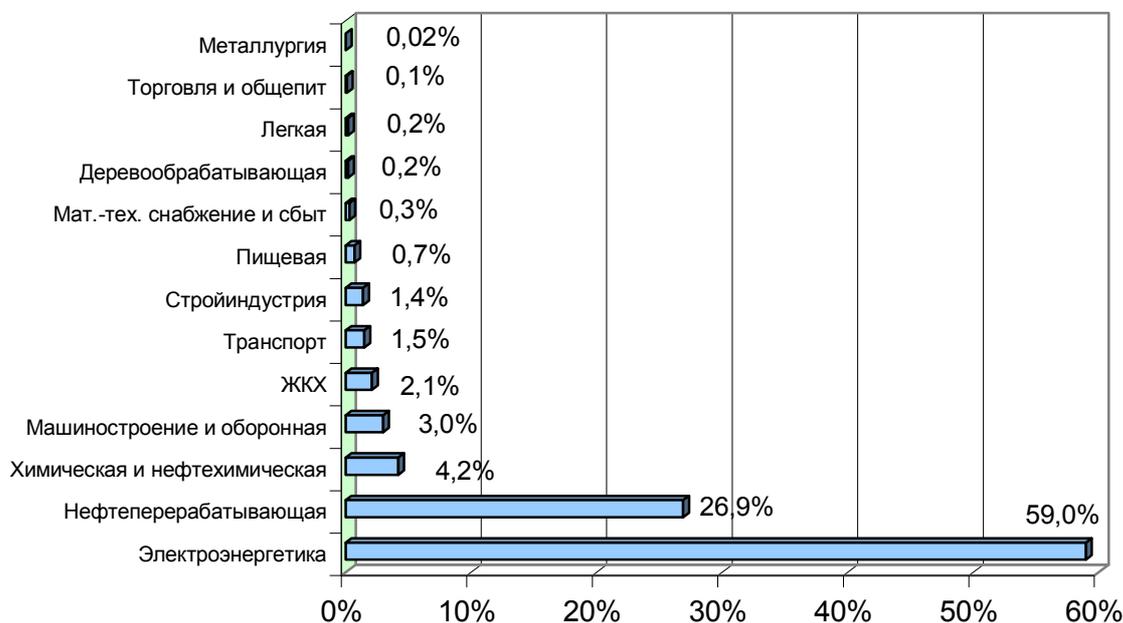


Рис. 4.1. Вклад отраслей промышленности в выбросы загрязняющих веществ в атмосферу г. Омска в 2000 г.

Источники инфразвука – автомобили, трамваи, промышленные установки аэродинамического и ударного действия, радиоактивные самолеты. К источникам вибрации относятся: городской наземный транспорт, метрополитен, промышленные предприятия. Источниками электромагнитных полей на территории жилой застройки являются радио- и телевизионные станции, локационные установки, промышленные генераторы, линии электропередачи высокого напряжения, различные энергетические и энергоемкие установки. Кроме того, источники электромагнитного излучения – это базовые станции сотовой связи, радары ГИБДД (ГАИ).

Наиболее крупными потребителями свежей воды являются жилищно-коммунальное хозяйство и предприятия промышленности. Они же вносят основной вклад в сброс сточных вод и являются источниками загрязнения водных объектов города (рис. 4.2). Городские сточные воды представляют собой потоки хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод. Перед сбрасыванием в водные объекты они обычно очищаются на очистных сооружениях. Большую роль в загрязнении водных объектов играют поверхностные стоки с городских территорий.

Основными источниками загрязнения почв города нефтепродуктами являются автозаправочные станции; тяжелыми металлами (марганцем, медью, никелем, свинцом, цинком, хромом) – предприятия машиностроения.

Загрязнителями воздуха, вод и почв города являются бытовые и промышленные отходы.

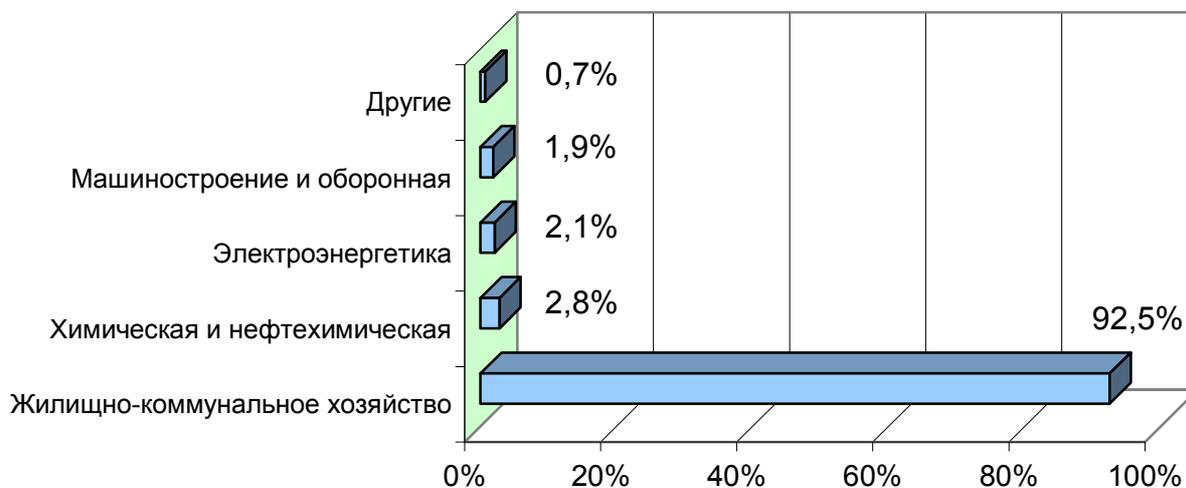


Рис. 4.2. Вклад отраслей промышленности в сброс сточных вод в поверхностные водные объекты г. Омска в 1999 г.

Классификация источников загрязнения. Источники антропогенного загрязнения воздушной и водной сред города классифицируют по ряду признаков [40, 52].

1. По продолжительности воздействия на окружающую среду источники разделяют на постоянные, периодические и эпизодические.

2. По локализации загрязнения на территории города выделяют стационарные и подвижные (передвижные) источники. К стационарным относятся источники загрязнений предприятий, к подвижным – транспортные средства.

3. По локализации места удаляемых загрязнителей источники делятся на точечные, линейные и площадные. У точечных источников удаляемые загрязнители сосредоточены в одном месте. Это дымовые трубы и трубы сточных вод, вентиляционные шахты, крышные вентиляторы. У линейных источников загрязнители удаляются вдоль линии. Ими являются аэрационные фонари, стоки с поверхности водосбора, автотрассы. У площадных источников удаляемые загрязнения рассредоточены по площади. Это места складирования бытовых и промышленных отходов, автостоянки, стоянки моторных судов, места донной добычи песка, гравия.

4. Источники загрязнения могут быть организованными и неорганизованными. Организованными источниками являются специальные сооружения для удаления загрязнителей (трубы, газоходы). У неорганизованных источников загрязнители поступают в окружающую среду в результате нарушения работы оборудования, аварий, а также в местах загрузки, выгрузки и хранения материалов.

5. Источники загрязнения атмосферы разделяются в зависимости от высоты H устья источника выброса загрязняющего вещества над уровнем земной поверхности. Их относят к одному из следующих четырех классов: а) высокие источники, $H \geq 50$ м, б) источники средней высоты, $H = 10 \dots 50$ м; в) низкие источники, $H = 2 \dots 10$ м; г) наземные источники, $H \leq 2$ м.

Наибольшее количество загрязняющих веществ локализуется вблизи источников загрязнения. Загрязняющие вещества вместе с воздушными потоками и водными течениями могут переноситься на сотни и тысячи километров от источников загрязнения. Загрязнители из одной среды проникают в другую. Из атмосферного воздуха они с осадками выпадают на почву, в водные объекты, загрязняя их. Загрязнители с городских территорий вместе с поверхностными стоками попадают в водоемы и водотоки, проникают через почву в подземные воды.

При совместном воздействии загрязняющих веществ наблюдается *эффект суммации* (сочетанное действие). Загрязнители могут подвергаться *трансформации*, то есть переходить в другие, более токсичные, химические соединения. Например, оксид азота (II) окисляется кислородом атмосферного воздуха до оксида азота (IV). Загрязнители могут взаимодействовать с энергетическими полями и солнечной энергией, превращаясь в более ядовитые и опасные для жизни вещества.

4.2. Контроль за состоянием городской среды

Загрязнение окружающей среды создается вредными выбросами, сбросами и физическими воздействиями от всех стационарных и подвижных (передвижных) источников, расположенных на территории города, а также отходами производства и потребления. Определенный вклад вносит загрязнение, обусловленное трансграничным переносом вредных веществ воздушными и водными потоками.

Экологический контроль осуществляется за источниками загрязнения, а также за загрязнением и состоянием окружающей среды на территории города. Контроль основан на данных экологического мониторинга. Основными объектами экологического мониторинга являются выбросы и сбросы источников загрязнения (газовоздушные смеси и производственные сточные воды), атмосферный воздух жилых и рекреационных зон, поверхностные воды, почвы. Отобранные пробы выбросов и сбросов, пробы воздуха, воды и почв систематически исследуются на содержание загрязняющих веществ в аналитических лабораториях по стандартным методикам. Достоверность результатов обеспечивается, если лаборатория имеет сертификат аккредитации государственными органами стандартизации и метрологии на проведение данных анализов.

Кроме экологического контроля за загрязнением и состоянием окружающей среды города ведется государственный санитарно-эпидемиологи-

ческий надзор. Он основан на данных социально-гигиенического мониторинга. Санитарно-эпидемиологический надзор осуществляет орган Министерства здравоохранения РФ – Городской центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора (ГорЦГСЭН). Надзор ведется:

- за водными источниками, используемыми для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водоснабжения, а также для купания, занятия спортом и отдыха населения;
- атмосферным воздухом на границе санитарно-защитной и жилой зон и др.

Контроль за загрязнением городской среды от стационарных источников. Основные стационарные источники загрязнения находятся в производственной зоне города. Кроме того, отдельные предприятия, имеющие источники загрязнения, могут быть размещены в жилых массивах. Государственный учет объектов, загрязняющих окружающую среду или оказывающих на нее иное негативное воздействие, ведет территориальный орган Министерства природных ресурсов РФ – Главное управление природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России (ГУПР) по Омской области.

За источниками загрязнения осуществляется производственный, муниципальный и государственный экологический контроль. Муниципальный экологический контроль в настоящее время только организуется.

На предприятии контролируются выбросы и сбросы каждого источника загрязнения и предприятия в целом. *Производственный экологический контроль* осуществляется самим предприятием. При этом мониторинг источников загрязнения включает систематическую количественную оценку загрязнения в выбросах и сбросах, а также оценку накопления загрязняющих веществ в почвогрунтах промплощадки. Он проводится либо производственной природоохранной службой (лабораторией) предприятия, либо лабораторией другой организации. Первичная информация о загрязнении, а также об образовании отходов систематизируется, обрабатывается и представляется в отдел ГУПР в виде годового статотчета.

Служба государственного контроля ГУПР по установленному графику проводит мониторинг источников загрязнения, на основе данных которого осуществляет *государственный экологический контроль* за выбросами и сбросами предприятий. Контролируется соблюдение установленных нормативов ПДВ (ВСВ) и ПДС (ВСС), а также нормативов образования отходов и лимитов на их размещение.

В соответствии с требованием СанПиН 2.1.6.1032-01 [53] предприятие осуществляет мониторинг загрязнения атмосферного воздуха на границе санитарно-защитной (СЗЗ) и жилой зон города. За загрязнением атмосферного воздуха на границе СЗЗ и жилой зоны осуществляется *государственный санитарно-эпидемиологический надзор*.

Контроль за загрязнением городской среды от подвижных (передвижных) источников. Контроль за содержанием загрязняющих веществ в отработавших (выхлопных) газах автомобилей осуществляется по ГОСТ 17.2.2.03-87 (с изменениями №1) [54] для автомобилей с бензиновым двигателем и по ГОСТ 21393-75 (с изменениями №2) [55] для автомобилей с дизельным двигателем.

Выбросы автотранспортного средства (АТС) контролируются в период ежегодного технического осмотра. Кроме этого, службой ГИБДД проводится круглогодичный выборочный контроль. Для его проведения организуется сеть постов (в стационарном или мобильном исполнении) и рациональное размещение постов на дорожной сети.

Государственный экологический контроль выбросов АТС осуществляется соответствующим отделом ГУПР. На предприятиях при выезде АТС контролируется содержание загрязняющих веществ в выхлопных газах с помощью газоанализаторов (например, газоанализатором «ГИАМ-29» определяется концентрация оксида углерода (II) и углеводородов). За сверхнормативные выбросы предусмотрены штрафы и (или) приостановка эксплуатации АТС (например, запрещение выезда на линию).

Контроль за состоянием окружающей среды города. Головной организацией по проведению мониторинга окружающей среды в городе является подразделение Росгидромета – Государственное управление «Омский центр гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды» с региональными функциями (Омский ЦГМС-Р). Объектами мониторинга окружающей среды города являются атмосферный воздух жилых и рекреационных зон, поверхностные воды, почвы.

Мониторинг атмосферного воздуха проводится в соответствии с ГОСТ 17.2.3.01-86 [56]. Для его осуществления устанавливаются стационарные и маршрутные посты. На стационарных постах ведутся систематические наблюдения. Они оборудованы приборами и аппаратурой для отбора проб воздуха и определения метеорологических параметров. Маршрутными постами служат передвижные лаборатории на автомобилях, например «Атмосфера-2». При размещении постов учитываются: площадь города, рельеф местности, развитие промышленности и автотранспорта, условия рассеивания примесей. В городе с населением более 1 млн человек устанавливаются 10...20 постов; шаг сетки их размещения составляет 0,5...5 км. Посты устанавливаются в центральной части города, в жилых районах, зонах отдыха, на территориях, примыкающих к магистралям интенсивного движения транспорта.

Отборы проб воздуха производятся ежедневно в 7 и 13 ч местного времени (сокращенная программа наблюдений). Проводятся наблюдения за максимально разовыми концентрациями основных загрязняющих веществ: пыли, оксида серы (IV), оксида углерода (II), оксида азота (IV), а

также за специфическими веществами, которые характерны для промышленных выбросов данного населенного пункта.

Мониторинг поверхностных вод проводится в соответствии с ГОСТ 17.1.3.07-82 [57]. Для проведения мониторинга организуется стационарная сеть пунктов (створов). При определении месторасположения пунктов наблюдений за загрязнением поверхностных вод учитываются места сброса сточных, подогретых, коллекторно-дренажных вод, нерестилища и зимовья рыб и т.п. В каждом пункте может быть организовано несколько створов наблюдений, например, выше и ниже источника сброса сточных вод, на расстоянии практически полного разбавления сточных вод речными.

Мониторинг почв на содержание тяжелых металлов обычно проводится вокруг промышленно-энергетических объектов по четырем румбам на расстоянии 1, 2, 3, 5 и 10 км. Отбор проб почвы производится один раз в год в летний период. При оценке загрязненности почв тяжелыми металлами обязателен учет фонового уровня загрязнения, т.к. металлы входят в естественный состав почв и минералов. Мониторинг почв на содержание нефтепродуктов проводится возле АЗС и транспортных магистралей.

Мониторинг окружающей среды г. Омска. Государственная сеть наблюдений мониторинга включает стационарные посты и пункты, расположенные на территории города (рис. 4.3). Отобранные в местах наблюдений пробы анализируются в лабораториях Омского ЦГМС-Р. Проводятся наблюдения:

- за качеством атмосферного воздуха по концентрациям 27 ингредиентов и еще 5 концентрациям веществ сочетанного действия;
- загрязнением поверхностных вод в пунктах контроля (створах) на реках Иртыш и Омь. Ежедекадно анализируются пробы воды по гидрохимическим показателям (33 ингредиента) и физическим показателям (3 фактора);
- загрязнением почв суши в 9 пунктах территории г. Омска. Пробы анализируются на содержание нефтепродуктов и тяжелых металлов (всего 9 ингредиентов); за загрязнением снежного покрова;
- радиационной обстановкой (в одном пункте) по выпадению радиационных аэрозолей из атмосферы и по концентрации радиационных аэрозолей в приземном слое атмосфере;
- химическим составом и кислотностью осадков;
- толщиной озонового слоя над территорией г. Омска.

В случае экстремально высокого и высокого загрязнения окружающей среды города проводится оперативное оповещение: ГУПР по Омской области, Главного управления ГО и ЧС Омской области, ГорЦГСЭН, Омской межрайонной природоохранной прокуратуры и администрации города. Экстремально высокие уровни загрязнения, как правило, обусловлены аварийными и залповыми выбросами или сбросами загрязняющих веществ.

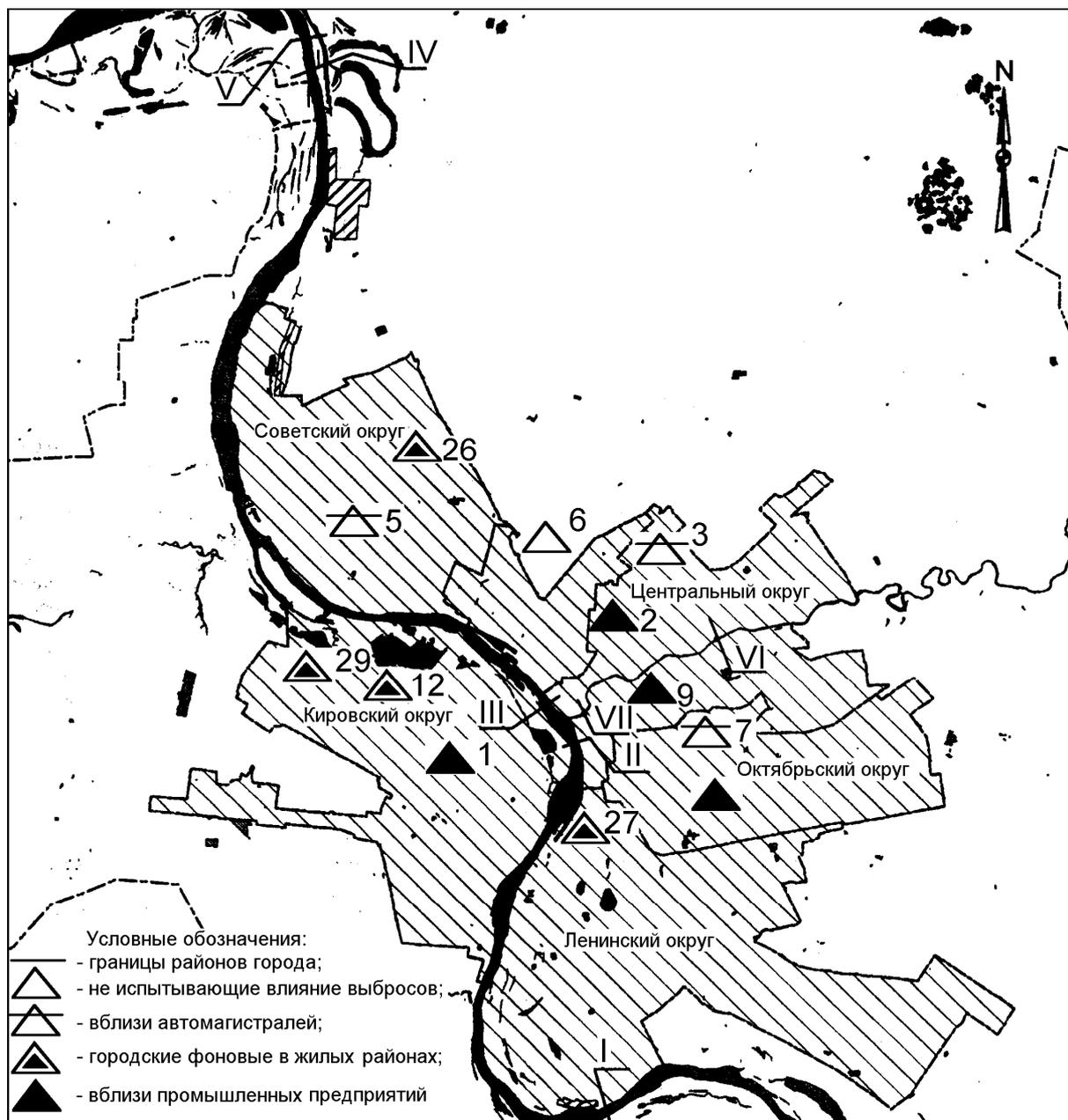


Рис. 4.3. Схема расположения наблюдательных пунктов за качеством окружающей среды г. Омска:

1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 12, 26...29 – пункты наблюдения за качеством воздуха;
 I...VII – створы наблюдения за качеством воды

Служба государственного контроля ГУПР выявляет конкретные источники загрязнения и определяет виновных в создании неблагоприятной экологической ситуации в городе. Государственные инспектора выдают предписания руководству предприятия на устранение причин аварийных выбросов и сбросов и недопущение впредь их повторения. В соответствии с Кодексом об административных правонарушениях (введен в действие с 1.07.02 г.) в области за несоблюдение экологических требований на виновных накладывается штраф. При необходимости государственные инспек-

тора выдают представления на приостановку работы объекта (установки, цеха и пр.).

Высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха может быть обусловлен неблагоприятными метеорологическими условиями (низкая облачность, штиль, опасное направление и скорость ветра). Прогноз неблагоприятных метеорологических условий (НМУ) объявляется по городу Омским ЦГМС-Р. Предприятия на период НМУ должны перейти на ограничительный режим работы. Службы госконтроля должны проверить переход работы предприятий на этот режим.

Обработанная и обобщенная информация о состоянии окружающей среды города передается в ГУПР по Омской области в виде ежемесячных справок и годового статотчета. Режимная информация, охватывающая годовой период, а также динамика годовых объемов загрязнений отражают общее состояние окружающей среды города и тенденции изменения её качества. Это служит основой для планирования мероприятий по оздоровлению и охране окружающей среды.

Для принятия конкретных управленческих решений по проведению природоохранных мероприятий на основе данных экологического мониторинга (например, ограничение движения транспорта в связи с повышенным уровнем загрязнения атмосферного воздуха на примагистральной территории) необходима разработка обоснованных экологических критериев [58].

4.3. Оценка экономического ущерба от загрязнения городской среды и его возмещения

Под экономической оценкой ущерба или экономическим ущербом, наносимым окружающей среде, следует понимать выраженные в стоимостной форме фактические и возможные убытки, причиняемые загрязнением окружающей среды, или дополнительные затраты на компенсацию этих убытков. Ущерб, наносимый загрязнением окружающей среде некоторой территории, определяется как сумма ущербов от загрязнения атмосферного воздуха U_A , водных ресурсов U_B , почв и земель $U_{ПЗ}$, биоресурсов, в том числе растительного покрова U_B .

$$U = U_A + U_B + U_{ПЗ} + U_B .$$

Рассмотрим ущерб от загрязнения атмосферного воздуха. Экономический ущерб является комплексной оценкой влияния загрязнения на различные сферы жизнедеятельности общества. При загрязнении атмосферного воздуха материальные и финансовые убытки связаны с повышением заболеваемости населения, негативными последствиями загрязнения водных ресурсов и почв в результате атмосферных выпадений, снижением урожайности сельскохозяйственных культур, преждевременным износом

основных фондов и покрытий, влекущим за собой дополнительные затраты на их ремонт, а также дополнительные затраты на очистку территорий, стирку одежды и т.д., другими потерями, связанными с негативными материальными, социальными и экологическими процессами [59].

Ущерб рассчитывается на основе значений показателя удельного ущерба с учетом массы и опасности загрязняющих веществ. Под *удельным ущербом* от загрязнения атмосферного воздуха понимается удельная стоимостная оценка ущерба от выброса единицы условной тонны приведенной массы загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух. Показатель удельного ущерба определяется отношением величины суммарной оценки нанесенного (фактически причиненного) экономического ущерба от выбросов загрязняющих веществ за год к приведенной массе выбросов загрязняющих веществ в этот же период времени в рассматриваемом регионе:

$$Y_{y\partial} = \frac{\sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^n Y_i}{M_{\Pi}},$$

где $Y_{y\partial}$ – показатель удельного ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в регионе, тыс. руб.; Y_i – экономическая оценка нанесенного ущерба от i -го загрязняющего вещества по j -му фактору, тыс. руб.; M_{Π} – приведенная масса выбросов загрязняющих веществ за год на территории региона, тыс. усл. т.

Приведенная масса выбросов определяется как

$$M_{\Pi} = \sum_{i=1}^n M_i \cdot K_{\partial i},$$

где M_i – фактическая масса выбросов i -го загрязняющего вещества, $K_{\partial i}$ – коэффициент относительной опасности i -го вещества.

Для определения показателей удельных ущербов анализируются и обрабатываются данные официальной статистики, которые включают социальные, экономические и природно-географические показатели регионов – субъектов РФ. Учитывается масса выбросов в пределах данного региона и поступившая из сопредельных регионов в результате трансграничного переноса. Оценка нанесенного ущерба проводится с учетом влияния загрязнения атмосферного воздуха на почвы, земельные ресурсы, поверхностные воды и биоресурсы. Показатели удельного ущерба от загрязнения атмосферного воздуха по экономическим районам РФ в ценах 1999 г. приведены в табл. 4.2 [59].

Оценка экономического ущерба от загрязнения атмосферного воздуха Y_A проводится по формулам:

$$Y_A = Y_{y\partial} \cdot K_{\partial} \cdot M_{\Pi} \text{ или } Y_A = \sum Y_i, \text{ где } Y_i = Y_{y\partial} \cdot K_{\partial} \cdot M_i \cdot K_{\partial i},$$

здесь U_i – ущерб от загрязнения атмосферного воздуха выбросами i -го загрязняющего вещества, тыс. руб.; $K_э$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха территорий в составе экономических районов РФ. Для Западно-Сибирского района $K_э$ равен 1,2.

В табл. 4.3 приведены данные расчета экономического ущерба от выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) автотранспортом г. Омска за 1999 г. [51].

Таблица 4.2

Показатели удельного ущерба от загрязнения атмосферного воздуха

Экономический район	Удельный ущерб $U_{уд}$, руб/усл. т
Северный	46,0
Северо-Западный	62,5
Центральный	74,0
Волго-Вятский	64,0
Центрально-Черноземный	62,8
Поволжский	63,7
Северо-Кавказский	68,7
Уральский	67,4
Западно-Сибирский	60,2
Восточно-Сибирский	46,9
Дальневосточный	44,2

Таблица 4.3

Экономическая оценка ущерба от выбросов ЗВ автотранспортом г. Омска (1999 г.)

Компонент	Формула	Масса выбросов ЗВ M_i , тыс.т/год	Коэффициент опасности ЗВ $K_{эi}$	Ущерб от выбросов ЗВ U_i , млн руб.	Ущерб от выбросов ЗВ U_i , %
Оксид углерода	CO	195,825	0,4	5,7	11,4
Углеводороды	C_xH_y	35,892	0,7	1,8	3,6
Оксиды азота	NO _x	21,113	16,5	25,2	50,6
Оксиды серы	SO _x	5,410	20,0	7,8	15,7
Сажа	C	3,800	33,5	9,2	18,5
Свинец	Pb	0,001	1679,0	0,1	0,2
Итого		262,041		49,8	100

Формой возмещения ущерба является плата за загрязнение окружающей среды. Плата взимается с предприятий, учреждений, организаций, независимо от форм собственности, а также с индивидуальных предпринимателей. Порядок определения платы установлен постановлением Правительства РФ от 12.08.92 г. № 632. Плата за загрязнение окружающей среды взимается за выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов и другие виды загрязнения в пределах или сверх установленных лимитов.

Плата, внесенная предприятиями города Омска в 1999 г. за загрязнение атмосферного воздуха автотранспортом, составила около 37 тыс. руб., что составляет незначительную долю (менее 0,1%) от нанесенного экономического ущерба, равного 49,8 млн руб. [60]. Аналогичная ситуация складыва-

ется в других отраслях промышленности. Плата за загрязнение окружающей среды не компенсирует нанесенного ущерба. Указанные факты свидетельствуют о несовершенстве как научно-методической, так и законодательной базы в системе «нанесенный ущерб – плата за его возмещение».

Мерой возмещения ущерба при проведении природоохранной деятельности является предотвращенный ущерб. *Предотвращенный ущерб* от загрязнения окружающей природной среды представляет собой оценку в денежной форме возможных отрицательных последствий, которые в рассматриваемый период времени удалось избежать (предотвратить, не допустить) в результате природоохранной деятельности, проведения комплекса мероприятий, реализации природоохранных программ.

Предотвращенный ущерб $U_{ПР}$ рассчитывается по формуле

$$U_{ПР} = U_{yд} \cdot K_э \cdot \Delta M_{П} ,$$

где $\Delta M_{П}$ – абсолютное сокращение приведенной массы загрязнения окружающей среды при реализации природоохранного мероприятия, определяемое как

$$\Delta M_{П} = M_{П} - \Delta M_{Пn} ,$$

где $M_{П}$ – приведенная масса загрязняющих веществ до проведения n -го мероприятия; $M_{Пn}$ – приведенная масса загрязняющих веществ после проведения n -го мероприятия.

Предотвращенный ущерб является показателем эффективности проведения природоохранных мероприятий:

$$U_{ПР} = U_{ф} - U_{Вn} ,$$

где $U_{ф}$ – фактический ущерб, $U_{Вn}$ – возможный ущерб, возникающий после реализации n -го мероприятия.

Предварительная оценка предотвращенного ущерба способствует установлению очередности проведения мероприятий при составлении текущих и перспективных комплексных планов и природоохранных программ.

4.4. Классификация методов охраны окружающей среды

В урбоэкологии, или градостроительной экологии, различают две группы методов охраны окружающей среды: территориальные и локальные [9, 11]. В основе различия методов лежит территориальный признак. Территориальные методы охватывают территорию страны или региона (макротерриториальный уровень), территорию субъекта РФ – республики, округа, области (мезотерриториальный уровень) и территорию города, жилого района, микрорайона, квартала (микротерриториальный уровень). Территориальные методы заключаются в зонировании территории. При зонировании учитываются демографическая емкость территории и прин-

цип создания единого природного каркаса (сохранение природных ландшафтов, создание заповедников, заказников, парков). К территориальным методам относятся также мероприятия по восстановлению природной среды (рекультивация нарушенных земель, зеленое строительство и др.). Территориальные методы микроуровня включают планировочные мероприятия по улучшению микроклимата территории, ее инсоляции и аэрации. С привлечением территориальных методов охраны окружающей среды решаются вопросы расселения, районной планировки, разработки генпланов городов, планировки промышленных и жилых районов, транспортных сетей.

Локальные методы охраны окружающей среды ограничиваются территорией локального объекта: площадки строительства, промышленного предприятия, отдельного здания, транспортной магистрали, инженерной коммуникации и пр. Локальные методы включают планировочные, технико-технологические и организационные мероприятия. Охрана городской среды осуществляется посредством мероприятий, относящихся как к территориальным (микротерриториальный уровень), так и к локальным методам.

Все мероприятия по охране городской среды по виду деятельности следует объединить в следующие основные группы методов:

- градостроительные, в том числе архитектурные и объемно-планировочные;
- технико-технологические;
- нормативно-правовые;
- административно-организационные;
- экономические.

К *градостроительным методам* относится комплекс мероприятий, осуществляемых посредством градостроительной деятельности. Ими являются: создание санитарно-защитных зон вокруг источников загрязнения (защита расстоянием); осуществление архитектурно-планировочных решений по улучшению санитарно-гигиенических характеристик (инсоляции, аэрации) территории застройки и помещений; строительство транспортных развязок, шумозащитных домов и т.п.

К градостроительным методам относятся архитектурно-планировочные решения и приемы по санации застройки. *Санация застройки* (лат. sanatio – лечение, оздоровление) – это создание оптимальных санитарно-гигиенических условий жизни населения [2]. Санация застройки предполагает улучшение условий инсоляции, аэрационных режимов, проведение шумозащитных мероприятий и т.п. Мероприятия по санации проводят при реконструкции старых районов крупных городов, обычно плотно застроенных, без необходимых разрывов между зданиями.

Технико-технологические методы по охране городской среды включают применение экологически безопасных технологий и технических устройств; проведение очистки промышленных и автотранспортных газовых выбросов, хозяйственно-бытовых, поверхностных и промышленных стоков, в том числе с использованием наилучших существующих технологий. К технико-технологическим мероприятиям по охране внутренней среды зданий относятся внедрение экологически безопасных систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, использование экологически чистых строительных и отделочных материалов и т.п.

Нормативно-правовые методы включают разработку региональной законодательной базы по нормированию и контролю качества окружающей среды, а также по проведению природоохранной деятельности.

К административно-организационным методам относятся мероприятия: по проведению экологического контроля, осуществлению санитарно-эпидемиологического надзора, организации и управлению улично-дорожным движением автотранспорта, санитарной очистке территорий и др. мероприятия по организации, контролю и управлению природоохранной деятельностью.

Экономические методы – это методы экономического стимулирования и регулирования природоохранной деятельности. Они приведены в ст. 14 Закона ООС (параграф 2.1 учебного пособия).

Наибольший природоохранный эффект приносит комплексное использование указанных методов.

4.5. Методы охраны и регулирования качества воздушной среды

В течение всей жизни человек находится в среде воздуха, от качества которой зависит его здоровье, самочувствие, работоспособность. Воздух контактирует со всеми элементами природы. Ухудшение качества воздуха, из-за присутствия в нем различных загрязняющих веществ, ведет к гибели зеленых насаждений, загрязнению почв, водоемов и водотоков, к повреждению памятников культуры, конструкций зданий и сооружений. Промышленное производство, автотранспортная и другие виды деятельности людей сопровождаются выделением в атмосферный воздух различных веществ, загрязняющих воздушную среду города. В воздух поступают аэрозоли (пыль, дым), газы, пары, микроорганизмы и радиоактивные вещества. Качество воздушной среды ухудшается из-за присутствия в ней носителей неприятных запахов. Рассмотрим основные материальные загрязнители или примеси атмосферного воздуха города. Энергетические загрязнители будут рассмотрены в параграфе 4.6 данной главы.

Примесями атмосферного воздуха естественного происхождения являются продукты эрозии почвы, частицы морской соли, растительная пыль

(в период цветения зеленых насаждений) и др. Антропогенные загрязнения более разнообразны. Обычно они создают определенные зоны загрязнения на территории города. Регулирование качества воздушной среды города осуществляется посредством установления нормативов качества атмосферного воздуха, нормативов воздействия на него и последующим контролем за соблюдением установленных нормативов.

Нормирование качества атмосферного воздуха. Нормирование содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест проводится по величинам их предельно допустимых концентраций (ПДК).

Различают максимально разовую (ПДК_{м.р}) и среднесуточную (ПДК_{с.с}) предельно допустимые концентрации. ПДК_{м.р} – это концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, которая не должна вызывать при вдыхании в течение 20...30 минут рефлекторных реакций со стороны рецепторов верхних дыхательных путей (ощущение запаха, раздражение слизистых оболочек, задержка дыхания и т.п.). Предотвращение появления запахов, раздражающего действия и рефлекторных реакций у населения, а также острого влияния атмосферных загрязнений на здоровье в период кратковременных подъемов их концентрации обеспечивается соблюдением ПДК_{м.р}.

Предотвращение неблагоприятного влияния на здоровье населения при длительном поступлении атмосферных загрязнений в организм обеспечивается соблюдением их среднесуточной ПДК. ПДК_{с.с} – это максимальная среднесуточная концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, которая не должна оказывать на человека резорбтивного действия. Под резорбтивным действием понимают возможность развития общетоксических, гонадотоксических, эмбриотоксических, мутагенных, канцерогенных и других эффектов, возникновение которых зависит как от концентрации вещества в воздухе, так и от длительности его вдыхания.

Для отдельных веществ допускается использование ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ. ОБУВ – это временный гигиенический норматив максимально допустимого содержания загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест. ОБУВ является нормативом предупредительного надзора. По истечении 3 лет он должен быть пересмотрен или заменен значением ПДК. Например, для тетраэтилсвинца, содержащегося в отработавших газах автотранспорта, ОБУВ составляет $3 \cdot 10^{-6}$ мг/м³.

Городскую *пыль* антропогенного происхождения могут составлять частицы золы, сажи, тяжелых металлов. В табл. 4.4 приведены ПДК взвешенных веществ в воздухе населенных пунктов [61].

Химические газообразные примеси разделяют на приоритетные, или основные, присутствие которых почти всегда наблюдается в городской

среде, и специфические загрязнения, характерные для источников выбросов, расположенных именно в данном городе. К приоритетным относят, прежде всего, продукты сгорания топлива: оксид углерода (IV) CO₂, оксид углерода (II) CO, оксид серы (IV) SO₂, оксиды азота NO_x, углеводороды C_xH_y. Приоритетным газом считают озон O₃. Из специфических загрязнений, превышающих значение ПДК в воздухе г. Омска, следует назвать ацетальдегид, этилбензол. В гигиенических нормативах ГН 2.1.6.695-98 [61] приведены ПДК газо- и парообразных вредных веществ в воздухе населенных мест (табл. 4.5). Определены ПДК 589 веществ, загрязняющих населенные пункты. Приведен перечень 49 веществ, обладающих эффектом суммации и неполной суммации, а также перечень 38 веществ, выброс которых в атмосферный воздух запрещен, что обусловлено их чрезвычайно высокой биологической активностью.

Таблица 4.4

ПДК для взвешенных веществ (пылей) в мг/м³

Взвешенное вещество (пыль)	ПДК _{м.р}	ПДК _{с.с}	Класс опасности
Пыль, не идентифицированная по составу			
Взвешенные вещества	0,5	0,15	3
Неорганические вещества			
Углерод черный (сажа)	0,15	0,05	3
Угольная зола ТЭС (щелочная, мелко-дисперсная)	0,05	0,02	2
Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%)	-	0,06 волокон в 1мл воздуха	1
Свинец и его неорганические соединения	0,001	0,0003	1
Никель	-	0,001	2
Органические вещества, препараты бытовой химии			
СМС «Лоск»	0,1	0,06	3
СМС типа «Кристалл»	0,04	0,01	2
Биогенные вещества			
Пыль хлопковая	0,2	0,05	3
Пыль зерновая	0,5	0,15	3
Пыль крахмала	0,5	0,15	4

Биологические примеси воздушной среды – это вирусы, бактерии, грибки, микроскопические клещи и др. микроорганизмы. Они способны существовать и развиваться на частицах пыли и, прежде всего на пыли биогенного происхождения, а также в капельках жидкости. В воздухе, лишенном взвешенных твердых и жидких частиц, микроорганизмы могут существовать лишь непродолжительное время. Они либо гибнут из-за отсутствия питательных веществ и воздействия ультрафиолетового излучения солнца, либо оседают на различных поверхностях, в том числе на оде-

жде, кожных покровах, слизистых оболочках людей. В качестве ОБУВ для микроорганизмов рекомендуется значение, равное $4,0 \cdot 10^{-6}$ мг/м³ [62].

Таблица 4.5

ПДК загрязняющих веществ в воздухе населенных пунктов в мг/м³

Компонент загрязнителя	ПДК _{м.р}	ПДК _{с.с}	Класс опасности
Аммиак NH ₃	0,2	0,04	4
Оксид азота (II) NO	0,4	0,06	3
Оксид азота (IV) NO ₂	0,085	0,04	2
Оксид серы (IV) SO ₂	0,5	0,05	3
Озон O ₃	0,16	0,03	1
Оксид углерода (II) CO	5,0	3,0	4
Оксид углерода (IV) CO ₂	-	0,03...0,04 %*	1
Ртуть (пары) Hg	-	0,0003	2
Сероводород H ₂ S	0,008	-	2
Формальдегид CH ₂ O	0,035	0,003	3
Этилбензол C ₈ H ₁₀	0,02	-	4

Примечание. * – норма в атмосфере.

Показатели и оценка состояния воздушной среды города. В жилой зоне и на других территориях проживания концентрации загрязняющих веществ не должны превышать 1 ПДК. В местах массового отдыха населения (дачных, садово-огородных участках, парках, городских пляжах, спортивных базах), а также на территориях размещения лечебно-профилактических учреждений длительного пребывания больных и центрах реабилитации концентрация загрязняющих веществ должна быть не более 0,8 ПДК [53]. Соблюдение нормативов 1 ПДК, а также 0,8 ПДК обеспечивается с учетом суммации биологического действия веществ и продуктов их трансформации в атмосфере.

Для веществ, обладающих суммацией вредного воздействия, сумма их относительных концентраций не должна превышать единицу:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1,$$

где C_1, C_2, \dots, C_n – фактические концентрации веществ в атмосферном воздухе; $ПДК_1, ПДК_2, \dots, ПДК_n$ – предельно допустимые концентрации тех же веществ.

Одним из показателей оценки воздушной среды города является *фоновая концентрация загрязняющего вещества* [63], которая создается всеми источниками выбросов на территории, в месте расположения пункта наблюдения. За величину фоновой концентрации принимается статистически достоверная максимально разовая концентрация по данным наблюдений за 5 лет. За период наблюдений не должны измениться:

- методика отбора и анализа проб воздуха;
- место расположения поста, по данным которого рассчитывается фон;
- характер застройки вблизи поста;
- характер выбросов ближайших источников (в радиусе до 5 км от поста).

Число наблюдений за концентрацией примеси на одном посту за 5 лет должно быть не менее 800. Расчет фона производится с учетом направления и скорости ветра. Фоновые концентрации вредных веществ определяются по месту расположения постов и в целом по городу.

Для комплексной оценки уровня химического загрязнения атмосферного воздуха города используется *индекс загрязнения атмосферы (ИЗА)*, который позволяет учитывать вклад в загрязнение многих веществ и представить уровень загрязнения одним числом [64]. При этом учитывается класс опасности вещества, а его фактическая среднегодовая концентрация приводится к степени загрязнения воздуха оксидом серы (IV), исчисляясь в долях ПДК оксида серы. Оксид серы SO₂ выбран как один из повсеместно распространенных загрязнителей. Он обладает коррозионной активностью, чем наносит ущерб объектам техники и культуры. Оксид серы SO₂ токсичен по отношению к человеку и растениям. ИЗА рассчитывается по формуле

$$ИЗА = \sum_{i=1}^m \frac{C_i \cdot K_i}{ПДК_{с.с.i}},$$

где C_i – среднегодовая концентрация i -го загрязняющего вещества; $ПДК_{с.с.i}$ – его среднесуточная предельно допустимая концентрация; K_i – безразмерный коэффициент, необходимый для приведения степени загрязнения воздуха i -м веществом к степени загрязнения воздуха оксидом серы. Значения K_i принимаются равными 0,85; 1,0; 1,3; 1,5 для концентраций веществ 4, 3, 2, 1 классов опасности соответственно. Для сопоставления значений ИЗА для разных городов или разного интервала времени в одном городе их рассчитывают для одинакового количества веществ. В России расчет значений ИЗА принято проводить по 5 наиболее весомым загрязняющим веществам. Для большинства регионов страны к ним относят: взвешенные вещества, оксиды азота, оксид серы (IV), бенз(а)пирен, озон, формальдегид, фенолы, свинец и др.

В зависимости от значений ИЗА загрязнение воздушной среды города может быть низким (0...5), повышенным (5...7), высоким (7...14) и очень высоким (14...21). В 2000 г. загрязнение атмосферного воздуха в г. Омске было высоким (среднегодовая величина ИЗА = 13) [33].

Для определения общего уровня загрязнения атмосферного воздуха, помимо приборных методов, используются методы *биоиндикации*. Метод с

использованием лишайников называется методом лишеноиндикации (от лат. «лихенес» – лишайник). Показателем комплексного загрязнения воздушной среды может служить другой индикаторный вид – сосна (по определению классов повреждения и усыхания, а также продолжительности жизни хвои).

Опасную экологическую обстановку в городе, требующую принятия срочных мер по устранению причин её возникновения, вызывают высокий и экстремально высокий уровни загрязнения воздушной среды. *Критерием высокого загрязнения* атмосферного воздуха является содержание одного или нескольких веществ, превышающее ПДК_{м.р} в 10 и более раз. Критерием высокого радиоактивного загрязнения атмосферного воздуха является 5-кратное увеличение концентрации β-активности приземного слоя воздуха.

Критериями экстремально высокого загрязнения атмосферного воздуха являются следующие показатели:

- содержание одного или нескольких веществ, превышающее ПДК_{м.р}: в 20...29 раз при сохранении этого уровня более 2-х суток; в 30...49 раз при сохранении этого уровня от 8 ч и более; в 50 и более раз;
- визуальные и органолептические признаки: появление устойчивого, не свойственного данной местности (сезону) запаха; резь в глазах, слезотечение, привкус во рту, затрудненное дыхание, рвота, выпадение подкрашенных дождей и др.

Экстремально высокое радиоактивное загрязнение атмосферного воздуха характеризует концентрация суммарной β-активности в атмосферном воздухе выше 0,037 Бк/ м³.

Регулирование воздействия от стационарных источников загрязнения воздуха. Регулирование качества и охрана атмосферного воздуха от выбросов предприятий жилищно-коммунального хозяйства и промышленности города осуществляется посредством установления нормативов ПДВ и размеров санитарно-защитных зон (СЗЗ). ПДВ от отдельного источника или от совокупности всех источников выбросов предприятия в целом устанавливаются исходя из условия, что концентрация каждого вредного вещества в приземном слое, с учетом фонового загрязнения местности, не должна превышать его норматива ПДК_{м.р}. Нормативы ПДВ устанавливаются на основании расчетов рассеивания в атмосфере вредных веществ, выбрасываемых из источников.

Расчеты максимальных приземных концентраций загрязняющих веществ проводятся по методике ОНД-86 [52]. В расчетных формулах учитываются размеры и конфигурация источника выбросов, условия вывода из источника газовой смеси, рельеф и климатические условия местности. Концентрации рассчитываются на высоте 2 м от поверхности земли.

Величина максимальной приземной концентрации вредного вещества C_m , мг/м³, для точечного источника с круглым устьем при выбросе нагретой газовой смеси определяется по формуле

$$C_m = \frac{AMFmn \eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}},$$

где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы и определяющий условия горизонтального и вертикального рассеивания атмосферных примесей; M – количество вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу, г/с; F – коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе; m, n – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса; η – коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности; H – высота источника выброса над уровнем земли, м; V_1 – расход газовой смеси, м³/с, ΔT – разность между температурой выбрасываемой газовой смеси T_2 и температурой окружающего атмосферного воздуха T_0 , °С.

Коэффициент A принимает значения 140, 160, 180, 200, 250 в зависимости от места расположения района на территории России. Для Сибири, Нижнего Поволжья, Дальнего Востока, Кавказа $A = 200$; для Московской, Тульской, Рязанской, Владимирской, Ивановской областей $A = 140$.

Для газообразных веществ $F = 1$, для пыли без очистки $F = 3$. При коэффициенте очистки не менее 90% $F = 2$, при 75...80% $F = 2,5$. В случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $\eta = 1$. Расход газовой смеси V_1 определяется по формуле

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} W_0,$$

где D – диаметр устья источника выброса, м; W_0 – средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса, м/с.

Температура окружающего атмосферного воздуха T_0 принимается равной средней температуре в 13 часов наиболее жаркого месяца года.

Коэффициенты m и n определяются в зависимости от параметров:

$$f = 1000 \frac{W_0^2 D}{H^2 \Delta T}, \quad V_m = 0,65 \sqrt[3]{\frac{V_1 \Delta T}{H}}, \quad V'_m = 1,3 \frac{W_0 D}{H}, \quad f_e = 800 (V'_m)^3.$$

Коэффициент m определяется по формулам:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \sqrt{f} + 0,34 \sqrt[3]{f}} \quad \text{при} \quad f < 100,$$

$$m = 1,47 / \sqrt[3]{f} \quad \text{при} \quad f \geq 100.$$

Для $f_e < f < 100$ значение коэффициента m вычисляется при $f = f_e$.

Коэффициент n при $f < 100$ рассчитывается по формулам:

$$\begin{aligned} n &= 1 && \text{при } V_M \geq 2; \\ n &= 0,523 V_M^2 - 2,13 V_M + 3,13 && \text{при } 0,5 \leq V_M < 2; \\ n &= 4,4 V_M && \text{при } V_M < 0,5. \end{aligned}$$

Для холодных выбросов, когда $\Delta T \approx 0$, $V'_M \geq 5$ и в случае $f \geq 100$ расчет C_m производится по формуле

$$C_m = \frac{AMFn \eta}{H^{4/3}} \frac{D}{8V_1},$$

где для определения коэффициента n вместо V_M используется значение V'_M .

При $f < 100$ и $V_M < 0,5$ или $f \geq 100$ и $V'_M < 5$ (случаи предельно малых опасных скоростей ветра) расчет C_m ведется по формуле

$$C_m = \frac{AMFm' \eta}{H^{7/3}},$$

где

$$\begin{aligned} m' &= 2,86 m && \text{при } f < 100, V_M < 0,5; \\ m' &= 0,9 m && \text{при } f \geq 100, V'_M < 0,5. \end{aligned}$$

Для источника с прямоугольным устьем значение C_m определяют по указанным формулам с использованием значений средней скорости W_0 , м/с, эквивалентного диаметра $D_{\text{э}}$, м, и эквивалентного расхода $V_{1\text{э}}$, м³/с, которые определяются как:

$$W_0 = V_1 / L b; \quad D_{\text{э}} = 2 L b / (L + b); \quad V_{1\text{э}} = \pi D_{\text{э}}^2 / 4 W_0,$$

где L – длина устья, b – ширина устья.

Расстояние x_m , м, от источника выбросов, на котором приземная концентрация вредного выброса при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения C_m (рис. 4.4), определяется по формуле

$$x_m = \frac{5 - F}{4} d H,$$

где безразмерный коэффициент d при $f < 100$ определяется как:

$$\begin{aligned} d &= 2,48(1 + 0,28\sqrt[3]{f_e}) && \text{при } V_M \leq 0,5; \\ d &= 4,95V_M(1 + 0,28\sqrt[3]{f_e}) && \text{при } 0,5 < V_M \leq 2; \\ d &= 7\sqrt{V_M}(1 + 0,28\sqrt[3]{f_e}) && \text{при } V_M > 2. \end{aligned}$$

При $f > 100$ или $\Delta T \approx 0$ значение d находится по формулам:

$$\begin{aligned} d &= 5,7 && \text{при } V'_M \leq 0,5; \\ d &= 11,4 V'_M && \text{при } 0,5 < V'_M \leq 2; \\ d &= 16 \sqrt{V'_M} && \text{при } V'_M > 2. \end{aligned}$$

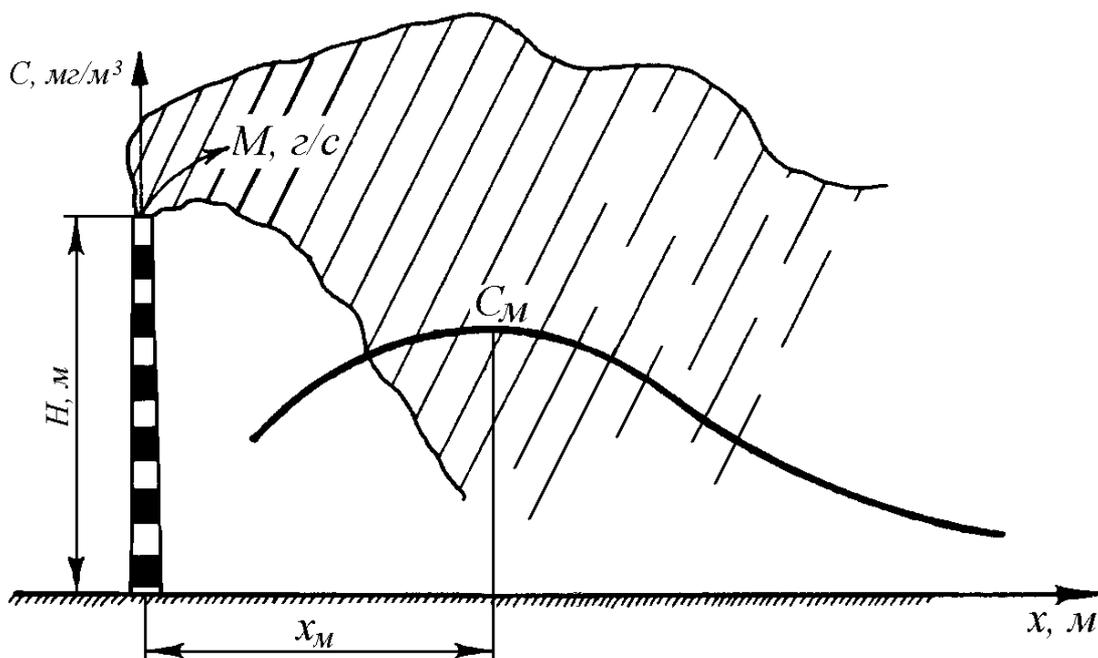


Рис. 4.4. Изменение концентрации загрязняющего вещества с расстоянием от источника выбросов

Значение опасной скорости ветра U_m , м/с, при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации вредных веществ C_m , в случае $f < 100$ определяется по формулам:

$$\begin{aligned}
 U_m &= 0,5 V_m && \text{при } V_m \leq 0,5; \\
 U_m &= V_m && \text{при } 0,5 < V_m \leq 2; \\
 U_m &= V_m(1 + 0,12 \sqrt{f}) && \text{при } V_m > 2.
 \end{aligned}$$

При $f \geq 100$ или $\Delta T \approx 0$

$$\begin{aligned}
 U_m &= 0,5 V'_m && \text{при } V'_m \leq 0,5; \\
 U_m &= V'_m && \text{при } 0,5 < V'_m \leq 2; \\
 U_m &= 2,2 V'_m && \text{при } V'_m > 2.
 \end{aligned}$$

Санитарный разрыв l (м) определяется по формуле

$$l = x \frac{P}{P_0},$$

где P – показатель повторяемости ветра в расчетном направлении, %; P_0 – показатель повторяемости ветра при круговой розе ветров, %. Например, при восьмирумбовой розе ветров $P_0 = 100/8 = 12,5\%$. Расчетное значение l сравнивается с нормируемым минимальным размером СЗЗ.

Установление нормативов ПДВ (ВСВ) и определение размеров СЗЗ предприятия проводится при разработке проектов нормативов ПДВ действующих предприятий и раздела «Охрана окружающей среды» проектной документации на строительство новых и реконструкцию существующих

предприятий. Нормативы ПДВ действующего предприятия устанавливаются на каждые 5 лет. В качестве исходных данных для установления нормативов ПДВ определяются [48]:

- особенности климатических и природно-техногенных условий месторасположения объекта (скорость и повторяемость ветров по отдельным румбам, рельеф, ПЗА, фоновое загрязнение атмосферного воздуха);
- источники организованных выбросов загрязняющих веществ и их характеристики (тип, размер, конфигурация), проводится нумерация источников на схеме предприятия;
- источники неорганизованных выбросов и подвижные источники выбросов;
- перечень вредных веществ и комбинаций веществ с суммацией вредного воздействия, указывается класс их опасности и ПДК_{м.р};
- фактическое количество, интенсивность и параметры выбросов вредных веществ, учитывается степень их очистки;
- оценка возможности возникновения залповых и аварийных выбросов.

Предложения по нормативам ПДВ разрабатываются: по каждому веществу для отдельных источников (г/с) и для всего предприятия (т/год); на первую очередь строительства и на его полное развитие для строящихся и реконструируемых предприятий, на существующее положение и проектируемый срок (5 лет) для действующих предприятий. Нормативы ПДВ устанавливаются исходя из условия максимальных выбросов при полной нагрузке технологического и газоочистного оборудования. Если выбросы источников нестационарные, ПДВ определяются по усредненному значению максимальных величин выбросов за 20-минутный период.

Для установления нормативов ПДВ проводятся расчеты рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе при заданных скоростях ветра.* Расчеты охватывают заданную площадь вокруг источников выбросов с определенным шагом расчетной сетки. Дополнительно рассчитываются точки в близлежащей жилой зоне. Учитываются фоновые концентрации загрязняющих веществ. Данные расчетов приводятся в виде таблиц и карт рассеивания в изолиниях максимальных приземных концентраций вредных веществ в единицах ПДК. На основе расчетов принимаются два основных предложения по установлению нормативов ПДВ.

1. Максимальные значения приземных концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе (с учетом фонового загрязнения и повторяемости ветра по всем направлениям) в пределах минимального нормативно-

* Для расчетов используют унифицированную программу для ПЭВМ «Эколог», в которой реализована методика ОНД-86. Программа разработана НПО «Интеграл» и согласована с Главной геофизической обсерваторией им. А.И. Воейкова.

го размера СЗЗ не превышают их ПДК, т.е. $C_m \leq 1ПДК_{м.р}$. В этом случае выбросы квалифицируются как нормативы ПДВ (по видам вредных веществ, по отдельным производствам, по источникам выбросов и по предприятию в целом).

2. Максимальные значения приземных концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе в пределах минимального нормативного размера СЗЗ превышают их ПДК, т.е. $C_m > 1ПДК_{м.р}$, а значения ПДВ в настоящее время не могут быть достигнуты. Причинами могут быть:

- наличие морально устаревшего технологического оборудования на действующем предприятии и отдельных его цехах;
- малая эффективность газопылеулавливающего оборудования;
- неблагоприятное по господствующему направлению ветра взаимное расположение селитебной и промышленной территорий.

В этом случае для действующего или реконструируемого предприятия предполагается поэтапное снижение выбросов вредных веществ до значений ПДВ, обеспечивающих достижение значений приземных концентраций ПДК_{м.р}. Указывается длительность каждого этапа. На каждом этапе устанавливается норматив временно согласованных выбросов (ВСВ). Значения ВСВ устанавливаются так же, как и ПДВ, для отдельных источников и предприятия в целом. Разрабатывается план мероприятий по достижению ПДВ. Для вновь проектируемых предприятий значения ВСВ, как правило, не устанавливаются. Данный загрязнитель исключается из выбросов путем изменения технологического процесса.

Величины ПДВ (ВСВ) подлежат обязательному контролю при эксплуатации предприятия. Поэтому в разрабатываемой документации указываются методы и средства контроля за количеством и составом выбросов, а также периодичность проведения контроля.

Определение размера санитарно-защитной зоны. СЗЗ является обязательным элементом предприятия, сооружения, здания и другого объекта, который может быть источником химического, биологического или физического воздействия на окружающую среду и здоровье человека. Территория санитарно-защитной зоны предназначена для обеспечения снижения уровня этого воздействия до уровня гигиенических нормативов по всем факторам за ее пределами. Минимальные размеры СЗЗ зависят от санитарного класса предприятия, сооружения или другого объекта и нормируются СанПиН 2.2.1./2.1.1.1031-01 [28]. Для определения необходимых размеров СЗЗ используются данные расчетов приземных концентраций загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух. Определение размеров СЗЗ основано на двух основных положениях.

1. Фактические выбросы предприятия на границе нормируемого минимального размера СЗЗ создают максимальные приземные концентрации

вредных веществ (с учетом фоновое загрязнение), не превышающие их ПДК. В этом случае устанавливается минимальный размер СЗЗ в соответствии с требованиями СанПиНа.

2. Фактические выбросы предприятия, после осуществления всех технических и технологических мероприятий, в том числе по газопылеочистке и обезвреживанию выбросов загрязняющих веществ, не обеспечивают соблюдения их ПДК на границе минимальной нормативной СЗЗ и за ее пределами (по данным расчетов приземных концентраций). В этом случае необходимо увеличить размер СЗЗ сверх установленного по санитарной классификации объекта или создать индивидуальную. Размер СЗЗ определяется на основании данных, полученных расчетным путем, и данных систематических лабораторных наблюдений за состоянием загрязнения воздушной среды.

Обоснование достаточности ширины СЗЗ всегда подтверждается расчетами распространения шума, вибрации, электромагнитных полей. Размер СЗЗ установлен правильно, если на ее границе и за ее пределами соблюдаются гигиенические нормативы всех факторов воздействия объекта на окружающую среду и здоровье человека. На рис. 4.5 показан ситуационный план проектируемого гаража с прачечной (разработчик ОАО ТПИ «Омск-гражданпроект») с указанием источников выбросов и границы СЗЗ.

В соответствии с требованиями СанПиНа [28] устанавливаются следующие минимальные размеры СЗЗ:

- предприятия первого класса – 1000 м;
- предприятия второго класса – 500 м;
- предприятия третьего класса – 300 м;
- предприятия четвертого класса – 100 м;
- предприятия пятого класса – 50 м.

Если расчетные уровни воздействия достигают нормативных значений внутри границы территории действующего предприятия, что подтверждается также и результатами систематических лабораторных исследований, устанавливается минимальная зона до жилой застройки размером не менее 50% от нормативной.

Размещение предприятий I, II, III классов среди жилой застройки не допускается. В пределах жилой зоны допускается размещение предприятий IV и V классов, не требующих железнодорожных подъездных путей и интенсивного движения грузового автотранспорта. Однако преимущество при их размещении отдается окраинам жилой территории.

Санитарная классификация охватывает: промышленные предприятия; производство электрической и тепловой энергии при сжигании минерального топлива; сельскохозяйственные производства и объекты; сооружения санитарно-технические, транспортной инфраструктуры, объекты комму-

нального назначения, спорта, торговли; канализационные очистные сооружения; причалы и места производства фумигации грузов и судов.

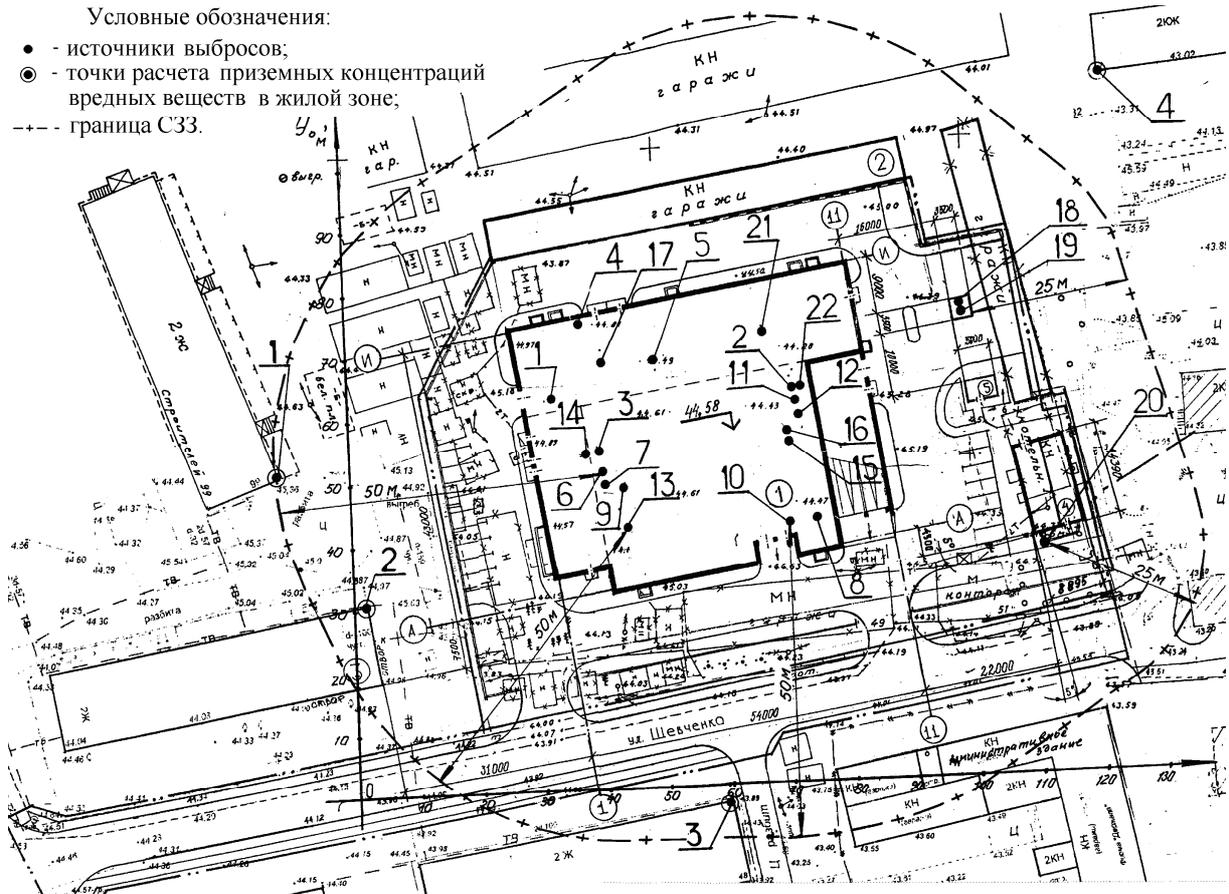


Рис. 4.5. Ситуационный план проектируемого гаража с прачечной

Пример отнесения к санитарным классам предприятий пищевой промышленности [28].

КЛАСС II – предприятия по варке сыра.

КЛАСС III – маслобойные заводы (растительные масла), ликеро-водочные заводы, производство пива, кваса и безалкогольных напитков, мясоперерабатывающие заводы, фабрики.

КЛАСС IV – элеваторы, предприятия кофеобжарочные, производство маргарина, молочные и маслобойные заводы (животные масла).

КЛАСС V – кондитерские фабрики и предприятия, чаеразвесочные фабрики, овоще- и фруктохранилища, макаронные фабрики, колбасные фабрики, хлебозаводы, производство фруктов и овощных соков и безалкогольных напитков.

Пример отнесения к санитарным классам санитарно-технических сооружений, сооружений транспортной инфраструктуры, объектов коммунального назначения, спорта, торговли [28].

КЛАСС I – контролируемые неусовершенствованные свалки для нечистот и жидких хозяйственных отходов органического происхождения и твердых гниющих отходов; крематории с количеством печей более одной; мусоросжигательные и мусороперерабатывающие заводы мощностью свыше 40 тыс. т/год.

КЛАСС II – мусоросжигательные и мусороперерабатывающие заводы мощностью до 40 тыс.т/год; участки компостирования твердых отходов и нечистот населенного пункта (центральные, для нужд города); кладбища смешанного и традиционного захоронения площадью от 40 до 20 га.

КЛАСС III – центральные базы по сбору утильсырья; компостирование мусора без навоза и фекалий; предприятия по обслуживанию грузовых автомобилей; автобусные и троллейбусные вокзалы и парки с технической готовностью свыше 300 машин, трамвайные депо; физкультурно-оздоровительные сооружения открытого типа со стационарными трибунами вместительностью свыше 500 мест.

КЛАСС IV – базы районного назначения для сбора утильсырья; предприятия по обслуживанию легковых, грузовых автомобилей с количеством постов не более 10, таксомоторные парки; механизированные транспортные парки по очистке города; автозаправочные станции для заправки грузового и легкового автотранспорта; фабрики химчистки; фабрики прачечные; банно-прачечные комбинаты; автобусные и троллейбусные парки до 300 машин; физкультурно-оздоровительные сооружения открытого типа со стационарными трибунами вместительностью до 500 мест; мусороперегрузочные станции.

КЛАСС V – бани; пожарные депо, подстанции скорой помощи; склады; станции технического обслуживания легковых автомобилей до 5 постов; торговые комплексы, мелкооптовые рынки, продовольственные рынки и рынки промышленных товаров; автоматические телефонные станции; мини-пекарни; объекты торговли и общественного питания; мини-химчистки, мини-прачечные; спортклубы, открытые спортивные площадки.

Расстояния от автостоянок и гаражей-стоянок до зданий различного назначения следует принимать не менее приведенных в табл. 4.6.

Таблица 4.6.

Расстояния от сооружений для хранения легковых автомобилей до объектов застройки

Объекты, до которых исчисляется расстояние	Расстояние, м				
	Автостоянки (открытые площадки) и гаражи-стоянки вместимостью, машино-мест				
	10 и менее	11...50	51...100	101...300	свыше 300
Фасады жилых домов и торцы с окнами	10	15	25	35	50
Торцы жилых домов без окон	10	10	15	25	35
Школы, детские учреждения, площадки отдыха, спорта	15	25	25	50	-
Лечебные учреждения стационарного типа	25	50	-	-	-

Методы охраны воздушной среды от выбросов стационарных источников загрязнения воздуха. Градостроительные методы включают мероприятия по функциональному зонированию территории города, организации санитарно-защитных зон, зеленому строительству.

Функциональное зонирование территорий. При планировании взаимного расположения предприятий и жилых массивов необходимо: учитывать господствующее направление ветра и другие метеорологические условия местности; исключать попадание дымовых факелов на селитебную территорию; предусматривать защиту жилых массивов от вредных ветров, используя в качестве заслонов горные гряды, леса, ветрозащитные дома и др.

Пример организации производственных зон. Для г. Омска характерна роза ветров юго-западного направления. На территории города размещены две основные производственные зоны – два промузла: северо-западный (ОАО «Омский каучук», ОАО «Сибнефть – ОНПЗ», ЗАО «Полистирол», ТЭЦ-3, ТЭЦ-4); юго-восточный (ФГУП «Омсктрансмаш», ОАО «Омкшина», ОАО «Техуглерод», ФГУП «Полет», ФГУП ОМО им. П.И.Баранова, НПО «Автоматика», ТЭЦ-2, ТЭЦ-5). На одной территории промузла размещается несколько предприятий, санитарно-защитные зоны (СЗЗ) которых перекрываются. Поэтому для промузла организуется единая СЗЗ.

Организация СЗЗ. Планировка размещения насаждений, зданий, сооружений и др. объектов на территории СЗЗ показывается в проекте ее организации, озеленения и благоустройства. Территориальная организация СЗЗ должна последовательно прорабатываться в градостроительной документации, в предпроектной и проектной документации на строительство, реконструкцию, техническое перевооружение отдельного предприятия или промышленного комплекса. В составе графических материалов проекта разрабатывается генеральный план СЗЗ с нанесением границ зоны. Указанный генплан может быть совмещен с ситуационным планом. Проект СЗЗ должен предусматривать средства на переселение жителей с ее территории.

На территории СЗЗ запрещается размещение дачных и садово-огородных участков. В границах СЗЗ запрещается размещать предприятия пищевой промышленности, предприятия по производству посуды, тары и т.п. для пищевой промышленности, комплексы водопроводных сооружений для подготовки и хранения воды. В СЗЗ запрещается размещение объектов для проживания людей. СЗЗ не может рассматриваться как резервная территория объекта и использоваться для расширения промышленной или жилой территории. На территории СЗЗ не допускается размещение спортивных сооружений, парков, образовательных учреждений, школ, лечебно-профилактических и оздоровительных учреждений общего пользования.

В границах СЗЗ допускается размещать:

- предприятия с производствами меньшего класса вредности, чем основное производство; при этом выбросы должны быть аналогичны по составу с основным производством, а при суммарном учете выбросы не

должны превышать гигиенические нормативы на границе СЗЗ и за ее пределами;

- пожарные депо, бани, прачечные, гаражи, площадки индивидуальной стоянки автомобилей и мотоциклов, автозаправочные станции, здания управления, конструкторские бюро, учебные заведения, поликлиники, магазины, научно-исследовательские лаборатории, т.е. все объекты по обслуживанию данного предприятия и его работников;

- нежилые помещения для дежурного аварийного персонала и охраны предприятия, сооружения для хранения общественного и индивидуального транспорта, местные и транзитные коммуникации, воздушные линии электропередачи, электроподстанции, нефте- и газопроводы, артезианские скважины для технического водоснабжения, водоохлаждающие сооружения для подготовки технической воды, канализационные насосные станции, сооружения водооборотного водоснабжения, питомники растений для озеленения промплощадки, предприятий и СЗЗ, сельхозугодья для выращивания технических культур, не используемых для производства продуктов питания [28].

СЗЗ должна быть максимально озеленена. Древесно-кустарниковые насаждения должны занимать:

- не менее 60% площади СЗЗ для предприятий IV и V классов;
- не менее 50% для предприятий II и III классов;
- не менее 40% территории СЗЗ для предприятий I класса и зон большой протяженности [28].

Ассортимент деревьев и кустарников для озеленения СЗЗ выбирается из пород, произрастающих в данной местности, и устойчивых к загрязнению атмосферного воздуха и почв. Территория СЗЗ дополняет озелененную площадь города и создает санитарно-защитный и эстетический барьер между территорией предприятия и территорией жилой застройки.

Зеленое строительство является одним из мероприятий охраны атмосферного воздуха города. Совершенствование системы озеленения осуществляется укрупнением массивов насаждений, рациональным соотношением озелененных и застроенных территорий, заменой насаждений и проведением других мероприятий.

Технико-технологические методы охраны атмосферного воздуха включают мероприятия по внедрению наилучших существующих отечественных и зарубежных технологий и технических решений, эффективных пыле- и газоулавливающих устройств и систем, экологически более чистых видов топлива и т.п. Кроме этого, используются такие мероприятия как рециркуляция газов, герметизация оборудования, применение встроженных закрытых местных отсосов, замена сухих процессов мокрыми, дистанционное управление и автоматизация процессов.

Регулирование воздействий от подвижных (передвижных) источников загрязнения воздуха. Выбросы загрязняющих веществ (ЗВ) автотранспортными средствами регламентируются техническими нормативами. Ими являются стандарты ЕВРО.

Содержание ЗВ в отработавших газах автомобилей с бензиновыми и дизельными двигателями по ЕВРО 1...4 приведены в табл. 4.7, 4.8 [39]. Как видно из таблиц, стандарты предусматривают постоянное ужесточение норм выбросов ЗВ. Происходит не только количественное ужесточение норм, но и их качественное изменение. Так, вместо ограничений по дымности введено нормирование твердых частиц, на поверхности которых адсорбируются углеводороды. По сути, именно объемом выбросов загрязняющих веществ в соответствии с ЕВРО определяется и экологический класс автомобиля (табл. 4.9).

Таблица 4.7

Динамика значений норм выбросов легковыми автомобилями массой до 1250 кг, г/км

Ступень	Год введения	Частицы	NO _x	C _x H _y	СО
ЕВРО-1*	1993	-/0,14	0,97/0,97**		2,72/2,72
ЕВРО-2	1996	-/0,08	0,5/0,67**		2,2/1,0
ЕВРО-3	2000	-/0,05	0,14/0,5	0,17/0,06	1,5/0,6
ЕВРО-4	2005	-/0,025	0,07/0,25	0,08/0,05	0,7/0,47

Примечание. Числитель/знаменатель – бензиновые/дизельные; * Россия с 1999 г.; ** C_xH_y +NO_x

Таблица 4.8

Динамика норм выбросов дизельных грузовых автомобилей и автобусов, г/(кВт·ч)

Ступень	Год введения	Частицы	NO _x	C _x H _y	СО
ЕВРО-1*	1993	0,36	8,0	1,1	4,5
ЕВРО-2	1996	0,15	7,0	1,1	4,0
ЕВРО-3	2000	0,1	5,0	0,66*	2,1
ЕВРО-4	2005	0,02	3,5	0,46*	1,5
ЕВРО-5***	2008	0,02	2,0	0,25*	1,5

Примечание. * неметановые углеводороды; ** Россия с 1999 г.; *** проект.

При сертификации новых моделей российских автозаводов с января 1999 г. введено обязательное соблюдение требований ЕВРО-1 для легковых автомобилей и ЕВРО-2 для грузовых автомобилей. Технические нормативы выбросов автотранспортных средств не связаны напрямую с гигиеническими нормативами – ПДК отдельных загрязняющих веществ. Они устанавливаются исходя из общественной потребности, технической возможности, стоимости [39]. Взаимоувязка технических нормативов с гигиеническими составляет комплексную проблему, решение которой позволит

оценивать и прогнозировать экологическую ситуацию на транспортных магистралях и улицах города.

Таблица 4.9

Международная экологическая классификация автотранспортных средств

Конструктивный уровень	ЕВРО-0	Промежуточный	ЕВРО-1	ЕВРО-2
Экологический класс	0	1	2	3
Требования при контроле в эксплуатации	ГОСТ 17.2.03.87 с изменениями №1 без КН*	ГОСТ 17.2.03.87 с изменениями №1 с КН	Метод разрабатывается	

Примечание. * КН – каталитический нейтрализатор.

Согласно данным натурного мониторинга, уровень загрязнения атмосферного воздуха города может в несколько раз превышать значения ПДК вредных веществ, создавая зоны повышенной экологической опасности. На рис. 4.6 приведена схема загрязнения воздуха г. Омска оксидами азота в изолиниях ПДК. Максимальная концентрация загрязнений достигает 10 ПДК.

Методы по охране воздушной среды города от выбросов автотранспорта включают: градостроительные, административно-организационные, технико-технологические и нормативно-правовые [51].

К градостроительным методам, снижающим воздействие автотранспорта, относятся следующие мероприятия:

- строительство жилых зданий на соответствующем расстоянии от автомагистралей, размещение вдоль них зеленых насаждений;
- строительство транспортных развязок на разных уровнях, строительство тоннелей и пешеходных переходов;
- расширение магистралей и развитие улично-дорожной сети;
- строительство объездных дорог для транзитного автотранспорта;
- прокладка дорог мимо заповедных зон и исторических памятников.

Административно-организационные методы включают:

- организацию одностороннего движения на участках городской застройки с узкой проезжей частью, имеющих сложившийся характер планировки;
- выделение в центральной части городов территорий с запретом или ограничением на движение большегрузного автотранспорта;
- внедрение автоматизированных систем управления дорожным движением т.п..

К технико-технологическим методам относятся мероприятия по повышению экономичности двигателей, снижению массы конструкций, снижению токсичности отработавших газов (нейтрализаторы выхлопных га-

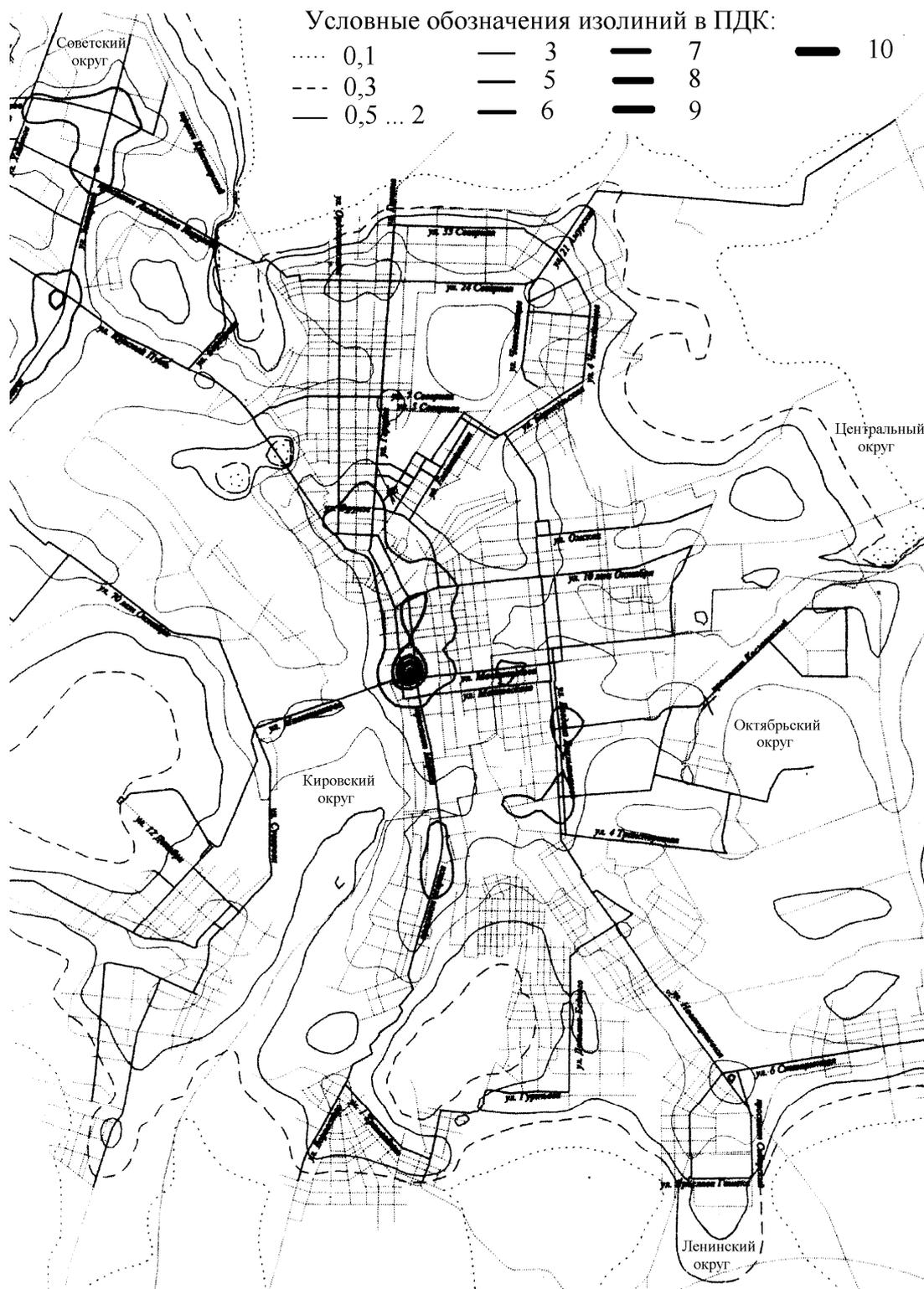


Рис. 4.6. Схема загрязнения территории г. Омска выбросами оксидов азота от автотранспорта

зов, фильтры, присадки к топливу), использованию экологически более чистых видов топлива, применению комбинированных источников энергии.

Нормативно-правовые методы включают мероприятия по установлению норм выбросов загрязняющих веществ и норм платы за выбросы загрязняющих веществ и др. виды вредного экологического воздействия, по введению экологических налогов и штрафов, формированию финансовых средств на природоохранные цели.

Таким образом, защита воздушной среды города охватывает целый комплекс мероприятий, относящихся к нормативно-правовым, градостроительным, технико-технологическим и административно-организационным методам.

4.6. Методы охраны городской среды от шума и электромагнитных полей

Защита городской среды от акустического загрязнения. Городские шумы представляют собой хаотическое сочетание различных мешающих и нежелательных звуков. Звук – это явление, субъективно воспринимаемое органом слуха человека. В физическом смысле звук представляет собой колебательное движение частиц газообразной, жидкой или твердой среды, распространяющееся в виде волн. Звуковые колебания характеризуются скоростью распространения, длиной волны, частотой f , интенсивностью I .

Человек слышит звук в акустическом диапазоне частотой от 20 до 20000 Гц. Звук с частотой ниже 20 Гц – инфразвук, выше 20000 Гц – ультразвук. Хотя инфразвук и ультразвук неслышимы, они так же, как и чрезмерный шум, оказывают на человека вредное воздействие.

Интенсивность звука I (Вт/м²) – это поток звуковой энергии в единицу времени, отнесенный к единице поверхности, через которую он проходит. Звук оказывает давление на барабанную перепонку уха человека, которое называется *звуковым давлением P* .

Восприятие шума человеком ограничено. Порог слышимости определяется звуковым давлением P_0 , равным $2 \cdot 10^{-5}$ Па при частоте 1000 Гц. Ниже этого предела звукового давления человек звук не воспринимает. Порог болевого ощущения звука этой же частоты наступает при давлении равном 200 Па (это верхний предел). Для характеристики уровня звукового давления используют шкалу логарифмов отношения данной величины звука к порогу слышимости. Единицы измерения этой шкалы – децибелы. *Уровень звукового давления L , дБ:*

$$L = 20 \lg (P/P_0) ,$$

где P - среднеквадратичное звуковое давление в данной полосе частот. Величинами L оценивается спектральный состав шумов по частоте.

Спектр звуков, воспринимаемых человеком, делится на девять октавных полос. Полоса частот, в которой верхняя граничная полоса $f_в$ в два раза больше нижней $f_н$ ($f_в/f_н = 2$), называется октавной. Октавную полосу в

целом характеризует среднегеометрическая частота $f_{cp} = \sqrt{f_n \cdot f_v}$. Среднегеометрические частоты октавных полос стандартизированы и имеют значения: 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц. Им соответствуют граничные частоты 22-45, 45-90, 90-180, 180-355, 355-710, 710-1400, 1400-1800, 2800-5600, 5600-11200 Гц. Уровни звукового давления L в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами являются нормируемыми параметрами постоянного шума.

Прибором для измерения звукового давления служит шумомер. Для интегральной оценки постоянного шума используется *уровень звука* L_A , дБА:

$$L_A = 20 \lg (P_A/P_0) ,$$

где P_A - среднеквадратичное звуковое давление, измеренное с учетом корректировки частотной характеристикой шумомера (шкала А). Известно, что при одном и том же уровне звукового давления человек воспринимает звук высоких частот как более громкий. Шкала А отражает частотную чувствительность человеческого уха.

Область слухового восприятия шума человеком по звуковому давлению $2 \cdot 10^{-5} \dots 200$ Па соответствует диапазону $0 \dots 130$ дБ. При этом снижение (увеличение) уровня звука на 10 дБА означает снижение (увеличение) воспринимаемой слухом субъективной громкости в 2 раза, на 20 дБА – в 4 раза и т.д.

В зависимости от длительности воздействия шумы делятся на постоянные и непостоянные. К постоянным относятся шумы, уровни звука которых изменяются во времени не более чем на 5 дБА (например, шум от постоянно работающих насосных или вентиляционных установок). Непостоянные шумы делятся на колеблющиеся, прерывистые и импульсные. Уровень звука колеблющихся шумов меняется во времени непрерывно (например, все виды транспортных шумов). Прерывистый шум прерывается паузами. Время, в течение которого прерывистый шум остается постоянным, составляет одну секунду и более (например, шум от лифтов или холодильных установок). Импульсные шумы представляют собой звуковые сигналы длительностью менее одной секунды.

Характеристикой непостоянного шума является *эквивалентный (по энергии) уровень звука* $L_{Aэкв}$, дБА:

$$L_{Aэкв} = 10 \lg \frac{1}{T} \sqrt{\int_0^T \left(\frac{P_A(t)}{P_0} \right)^2 dt} ,$$

где $P_A(t)$ – текущее значение среднеквадратичного звукового давления, T – продолжительность действия шума, t – время.

Так, эквивалентный уровень звука данного колеблющегося шума представляет собой уровень звука постоянного, широкополосного шума, оказывающего такое же воздействие на человека, как и колеблющийся шум. Непостоянный шум оценивается также максимальным уровнем звука $L_{\text{Амакс}}$, дБА.

Каждый источник шума характеризуется звуковой мощностью. *Звуковая мощность* W , Вт, – это количество звуковой энергии, излучаемой источником в окружающую среду за единицу времени. Мощность звука определяется как интенсивность звука сферической поверхности S , внутри которой находится источник шума:

$$W = \oint_S I dS .$$

Уровень звуковой мощности L_W , дБ, источника шума равен:

$$L_W = 10 \lg W/W_0 ,$$

где W_0 – пороговая мощность, равная 10^{-12} Вт.

Воздействие шума на человека. Уровни шума на территории города превышают естественный шумовой фон. Шелест листвы, журчание ручья, шум морского прибоя, пение птиц создают шум от 10 до 45 дБА. В современных крупных городах до 60 % населения проживают в условиях акустического дискомфорта. Повышенный шум вызывает ухудшение слуха, развитие специфического заболевания – неврита слуховых нервов, последствием которого может быть глухота. Неспецифическое воздействие шума проявляется в нарушениях работы нервной и сердечно-сосудистой систем (возрастание артериального давления, раздражительность, апатия и т.п.). При уровне шума 50...60 дБА создаются нагрузки на нервную систему, шум выше 70 дБА вызывает физиологическое воздействие, шум в 85...90 дБА приводит к ухудшению слуха [64].

Нормирование шума на городских территориях. Допустимые уровни звука и уровни звукового давления на территории жилой застройки регламентированы СНиП II-12-77 [65], СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [66] и приведены в табл. 4.10. Нормируемые максимальные уровни звука превышают нормируемые эквивалентные уровни звука на 15 дБА.

Акустические расчеты проводятся при разработке раздела «Охрана окружающей среды» градостроительной документации и проектной документации строительных объектов. В градостроительной документации результаты расчетов представляют в виде карт-схем (картограмм), на которых указываются уровни шума от улично-дорожной сети, промышленных предприятий, выделяются зоны акустического дискомфорта. Акустические расчеты учитываются при установлении санитарно-защитных зон объектов.

Шумовые характеристики некоторых источников шума приведены в СНиП II-12-77. Эквивалентные уровни звука автотранспортных потоков в

зависимости от категории улиц и дорог изменяются от 73 до 87 дБА. Эквивалентные уровни звука наземных пассажирских, грузовых и электропоездов, в зависимости от интенсивности и скорости их движения, составляют 66...91 дБА. Шумы от работы мусороуборочной машины, разгрузки товаров, спортивных игр и игр детей имеют эквивалентный уровень звука 65..76 дБА. Данные о производственных источниках шума приведены в справочнике проектировщика [67], в каталогах характеристик технологического оборудования или в паспортах по эксплуатации.

Таблица 4.10

Допустимые уровни звука и звукового давления в жилой застройке

Территории	Допустимые уровни звукового давления (эквивалентные уровни звукового давления), дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц								Допустимые и эквивалентные уровни звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Территории больниц, санаториев непосредственно прилегающие к зданию	$\frac{67}{59}$	$\frac{57}{48}$	$\frac{49}{40}$	$\frac{44}{34}$	$\frac{40}{30}$	$\frac{37}{27}$	$\frac{35}{25}$	$\frac{33}{23}$	$\frac{45}{35}$
Территории, непосредственно прилегающие к жилым домам, зданиям поликлиник, амбулаторий, диспансеров, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских дошкольных учреждений, школ и др. учебных заведений, библиотек	$\frac{75}{67}$	$\frac{66}{57}$	$\frac{59}{49}$	$\frac{54}{44}$	$\frac{50}{40}$	$\frac{47}{37}$	$\frac{45}{35}$	$\frac{44}{33}$	$\frac{55}{45}$
Территории, непосредственно прилегающие к зданиям гостиниц и общежитий	$\frac{79}{71}$	$\frac{70}{61}$	$\frac{63}{54}$	$\frac{59}{49}$	$\frac{55}{45}$	$\frac{53}{42}$	$\frac{51}{40}$	$\frac{49}{39}$	$\frac{60}{50}$
Площадки отдыха на территории больниц и санаториев	59	48	40	34	30	27	25	23	35
Площадки отдыха на территории микрорайонов и групп жилых домов, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, площадки детских дошкольных учреждений, школ и др. учебных заведений	67	57	49	44	40	37	35	33	45

Примечание. Дробью обозначено: вверху для времени суток с 7 до 23 ч, внизу – с 23 до 7 ч.

Объектами шумозащиты являются территории города с нормируемым шумовым режимом. Для проведения акустических расчетов выявляются

источники шума (ИШ), выбираются расчетные точки (РТ) на территории защищаемого объекта, определяются пути распространения шума.

Уровни звукового давления в дБА, создаваемые условно точечным источником, в РТ (рис. 4.7) определяются по формуле [48, 64]:

$$L = L_W + ПН - 20 \lg R - 10 \lg \Omega - \beta_a R/1000 + \Delta L_{отр} - \Delta L_c,$$

где L_W – звуковая мощность источника шума, дБ; $ПН$ – показатель направленности источника шума, дБА; R – расстояние от источника шума до расчетной точки, м; Ω – пространственный угол излучения шума; β_a – коэффициент поглощения звука в воздухе; $\Delta L_{отр}$ – повышение уровня звукового давления вследствие отражения звука от больших поверхностей (земля, стена), расположенных на расстоянии, не превышающем $0,1R$, дБ; ΔL_c – снижение уровня звукового давления элементами среды, расположенными между источником шума и расчетной точкой, дБ.

Для направленных источников $ПН = 0$. $ПН$ определяется измерениями или по справочнику. Для источников шума в пространство $\Omega = 4\pi$, на поверхности территории или ограждающих зданий и сооружений $\Omega = 2\pi$. Каждой октавной полосе соответствует определенное значение коэффициента β_a [48]:

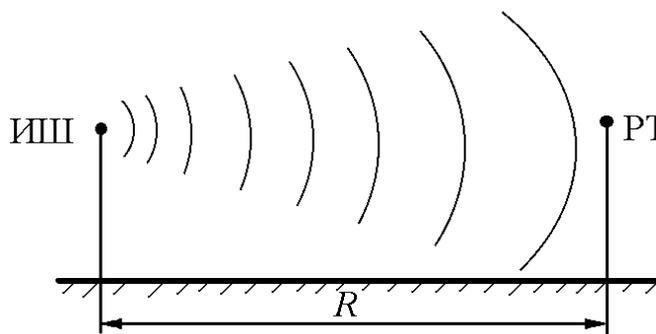


Рис. 4.7. Распространение шума в открытом пространстве

Октавные полосы частот, Гц	β_a , дБ/км
63	0;
125	0,3;
250	1,1;
500.....	2,8;
1000.....	5,2;
2000.....	9,6;
4000.....	25;
8000.....	83.

$\Delta L_{отр} = 3n$, где n – число отражающих поверхностей ($n \leq 3$). ΔL_c определяется по формуле

$$\Delta L_c = \Delta L_{экр} + \Delta L_{нов} + \beta_{зел} l,$$

где $\Delta L_{экр}$ – снижение уровня звукового давления экранами; $\Delta L_{нов}$ – снижение уровня звукового давления подстилающей поверхностью; $\beta_{зел}$ – коэф-

коэффициент ослабления звука полосой лесонасаждений, дБ/м; l – ширина лесополосы, м.

Уровень шума, дБ, от нескольких источников с одинаковым уровнем звукового давления, расположенных на одинаковом расстоянии от расчетной точки, определяется по формуле

$$L_{\Sigma} = L_i + 10 \lg n ,$$

где L_i – уровень звукового давления, дБ (уровень звука, дБА) i -го источника звука; n – число источников.

Если источники шума имеют различные уровни звукового давления (уровни звука), то суммарный уровень шума, дБ, определяется по формуле

$$L_{\Sigma} = 10 \lg (10^{0,1L_1} + 10^{0,1L_2} + \dots + 10^{0,1L_i}) .$$

Требуемое снижение октавных уровней звукового давления $\Delta L_{мер}$, дБ (или уровней звука $\Delta L_{мер}$, дБА) в расчетной точке на защищаемой от шума территории определяется как

$$\Delta L_{мер} = L_{\Sigma} - L_{дон} ,$$

где $L_{дон}$ – допустимый уровень звукового давления, дБ (уровень звука, дБА).

Основным источником шума на селитебной территории является транспорт. Ожидаемый эквивалентный уровень звука $L_{Аэкв.мер}$, дБА, создаваемый потоком автомобильного транспорта в расчетной точке у наружного ограждения здания, определяется по формуле [68]

$$L_{Аэкв.мер} = L_{Аэкв} - \Delta L_{A1} + \Delta L_{A2} ,$$

где $L_{Аэкв}$ – шумовая характеристика потока автомобильного транспорта, определяемая на расстоянии 7,5 м от оси ближайшей полосы движения транспорта, дБА; ΔL_{A1} – снижение уровня шума в зависимости от расстояния от оси ближайшей полосы движения транспорта до РТ, дБА; ΔL_{A2} – поправка, учитывающая влияние отраженного звука, дБА, определяемая в зависимости от соотношения h/B , где h – высота РТ над поверхностью территории, м; B – ширина улицы (между фасадами зданий), м.

Наибольшие уровни транспортного шума наблюдаются у фасада здания на высоте 3...5-го этажей. На высоте 1-го, 2-го этажей уровни шума ниже из-за поглощения звука поверхностью земли и зелеными насаждениями. Поэтому РТ выбирают на высоте 12 м над поверхностью территории, в двух метрах от наружного ограждения.

Шумовая характеристика транспортного потока определяется по формуле

$$L_{Аэкв} = 10 \lg Q + 13,3 \lg V + 4 \lg(1 + \rho) + \Delta L_{A3} + \Delta L_{A4} + 15 ,$$

где Q – интенсивность движения, ед./ч; V – средняя скорость потока, км/ч; ρ – доля средств грузового транспорта и автобусов в потоке, %; ΔL_{A3} – поправка, учитывающая вид покрытия проезжей части улицы или дороги, дБА (при асфальтобетонном покрытии $\Delta L_{A3} = 0$, при цементобетонном - $\Delta L_{A3} = 3$ дБА); ΔL_{A4} – поправка, учитывающая продольный уклон улицы или дороги, дБА.

Для определения уровней шума от потока автотранспорта на прилегающей территории используют также графический метод расчета уровней звука $L_{Aэкв}$, разработанный ЦНИИП градостроительства. Кроме того, этим методом рассчитывается уровень шума от трамвайных линий, открытых линий метрополитена, от путей железнодорожного транспорта [11, 69].

Превышение эквивалентного уровня звука $\Delta L_{мер}$ над допустимым рассчитывается как $\Delta L_{мер} = L_{Aэкв.мер} - L_{дон}$. Результаты расчетов отражают на картограммах (картах-схемах) шумового режима (рис. 4.8) [69].

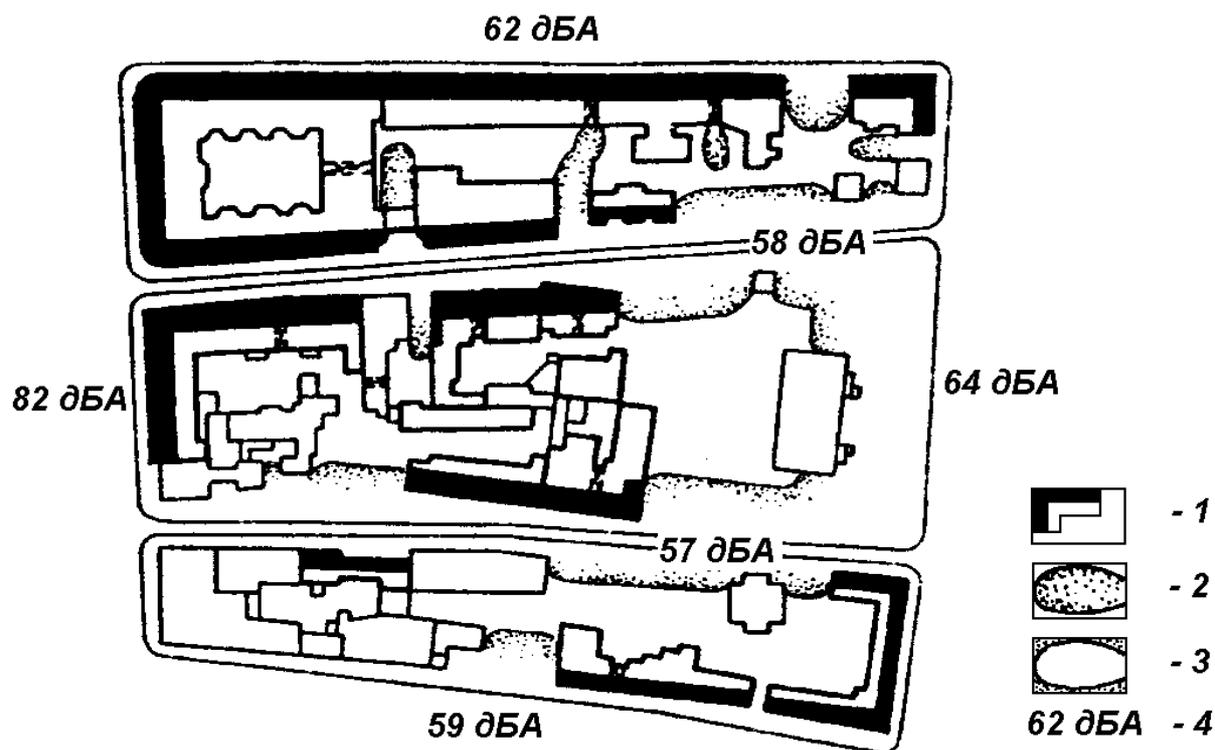


Рис. 4.8. Картограмма шумового режима застройки:

1 – зоны акустического дискомфорта в помещениях зданий (зачернены); 2 – то же, на территории; 3 – зоны акустического комфорта на территории и в зданиях; 4 – эквивалентные уровни звука в 7,5 м от оси крайней правой полосы движения транспорта

Методы снижения шума. Градостроительные методы защиты жилой территории от шума включают мероприятия по рациональному

проектированию улично-дорожной сети, зонированию территории, организации территориальных разрывов (защита расстоянием), строительству акустических экранов.

Принцип организации территориальных разрывов между источником шума и объектом шумозащиты основан на закономерности снижения уровня звука с расстоянием. При удвоении расстояния от точечного источника звука (например, с 200 м до 400 м) шум уменьшается на 6 дБА. Если источник протяжный, линейный (например, движущийся поезд), то при удвоении расстояния от него шум снижается на 3 дБА (в пределах расстояния, сравнимого с длиной источника).

Принцип работы акустического экрана основан на создании за ним зоны звуковой тени. Шумозащитные экраны размещают на пути распространения звуков. Экранами могут быть естественные элементы рельефа местности – овраги, балки, выемки, холмы, земляные кавальеры, насыпи. Искусственными сооружениями, экранирующими транспортный шум, являются расположенные по краю дороги ограждающие и защитные стенки или барьеры, подпорные стенки, а также стенки на разделительной полосе дороги. Дороги могут размещаться в выемках. Варианты дорожных экранирующих сооружений приведены на рис. 4.9 [46].

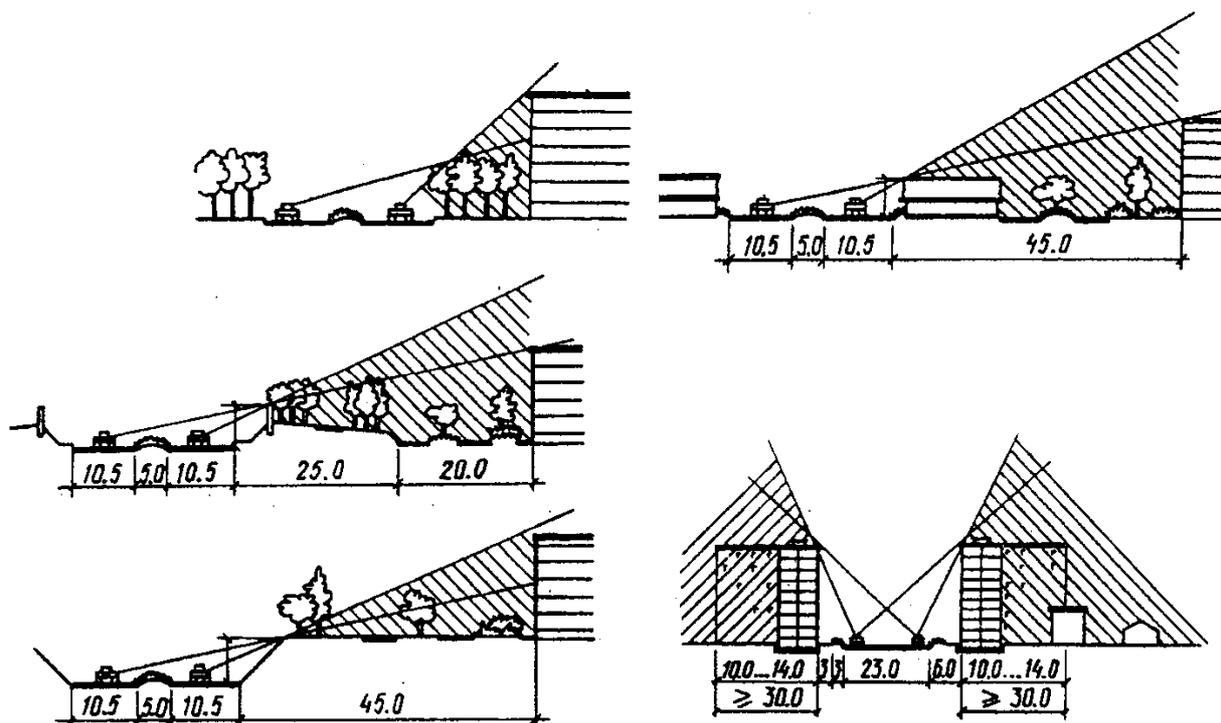


Рис. 4.9. Шумозащитные экраны

Шумозащитные стенки-экраны проектируют из различных материалов – монолитного и сборного железобетона, металлических панелей со звукоизолирующей облицовкой. Иногда в полотно панели включают светопрозрачные вставки из акрилового пластика, позволяющие водителям обзоре-

вать ландшафт. Экранирующие стенки должны иметь поверхностную плотность не менее 30 кг/м^2 и могут быть облицованы звукопоглощающими материалами. Эффективность снижения шума прямо пропорциональна высоте и протяженности экранирующих сооружений. Скоростные дороги и магистрали улиц могут располагаться в туннелях.

В качестве шумозащитных экранов используются здания, в помещениях которых допускаются уровни звука более 50 дБА. Это здания нежилого назначения – гаражи, склады, магазины, столовые, кафе и другие учреждения коммунально-бытового обслуживания. В качестве экранов используются жилые и общественные здания. При этом они должны иметь специальную планировку помещений. Со стороны источников шума располагаются подсобные помещения (коридоры, лестничные клетки, кухни, санузлы, вестибюли и прочее), одна из жилых комнат квартиры с числом комнат более двух, а также помещения, функциональное назначение которых допускает превышение уровня шума. Окна домов-экранов со стороны магистральных улиц должны иметь повышенную звукоизоляцию. Дома-экраны обычно имеют значительную длину и высоту. Они защищают расположенные за ними здания и внутриквартальные территории. Дома-экраны могут защищать целый микрорайон (рис. 4.10, 4.11). На перекрестках улиц размещают шумозащитные здания Г-образной конфигурации.

Для защиты городской среды от шума применяются специально сформированные полосы зеленых насаждений. Полосы озеленения должны состоять из очень плотных посадок деревьев, смыкающихся своими кронами. Однако зеленые насаждения – это сезонное, временное средство шумозащиты.

Приемами планировки создаются бестранспортные зоны на жилых территориях. При этом межмагистральные территории жилой застройки должны быть максимально укрупнены. Число перекрестков и других транспортных узлов должно быть по возможности уменьшено. Недопустим сквозной проезд автомобильного транспорта через территорию микрорайона.

Зонирование селитебной территории по отношению к источнику шума – транспортной магистрали – должно предусматривать следующие приемы застройки (рис. 4.10). Вдоль магистральных улиц следует располагать здания предприятий торговли, бытового обслуживания, общественного питания, связи, коммунального хозяйства и здания других учреждений. Перечисленные здания будут выполнять роль шумозащитных экранов, и поэтому располагать их целесообразно без разрывов, используя как единый протяженный комплекс. В случае необходимости в качестве домов-экранов могут быть использованы жилые здания.

Остальная межмагистральная территория, в пределах пешеходной доступности, отводится под жилую застройку. Этажность жилых домов, в

случае разноэтажной застройки, должна увеличиваться в глубину примыкающей территории. При размещении жилых зданий необходимо использовать приемы группировки зданий, создающие замкнутые пространства по отношению к источникам шума. Не рекомендуется располагать здания торцами к магистрали, так как такой прием увеличивает зону акустического дискомфорта. Детские сады, больницы, школы должны размещаться в зоне, наиболее удаленной от транспортных магистралей [70].

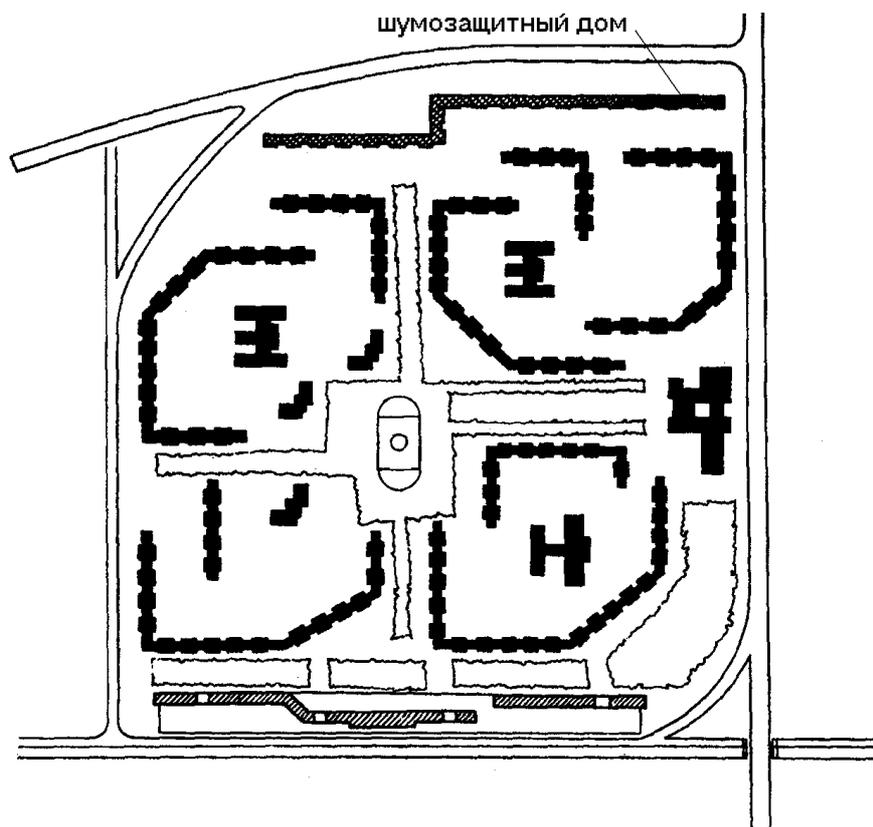


Рис. 4.10. Размещение шумозащитных зданий на территории микрорайона

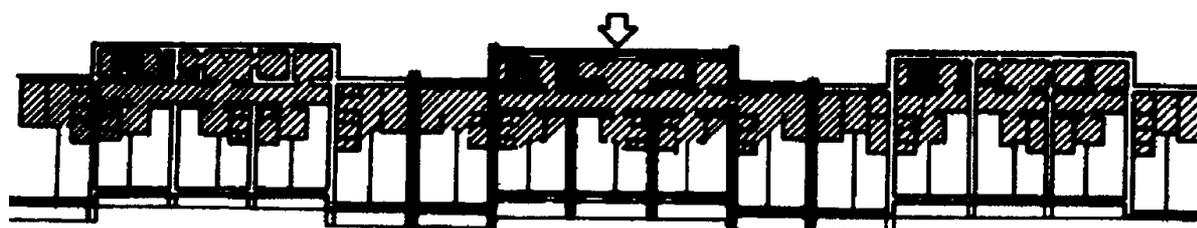


Рис. 4.11. Планировка шумозащитного жилого дома

В практике градостроительства методы защиты от внешнего городского шума обычно носят комплексный характер. Градостроительные решения, кроме шумозащиты, направлены также на выполнение других функций – инженерных, архитектурных, санитарно-гигиенических. Например,

земляной кавальер является шумозащитным экраном, но кроме этого он используется как озелененный искусственный рельеф.

К технико-технологическим методам относятся мероприятия по снижению шума в источнике; замене шумных источников, конструкций, технологий на малошумные; использованию новейших акустических технологий. Например, электромобиль на 15...20 дБА менее шумен, чем автомобиль с дизельным двигателем. Шум, генерируемый шинами автомобиля, может быть снижен на 3...4 дБА при замене асфальтового покрытия на специальное покрытие с содержанием резины. Разработаны специальные конструкции железнодорожных и трамвайных путей. В конструкции автомобиля используется целый набор шумозащитных элементов.

К административно-организационным методам относятся мероприятия:

- по организации контроля за уровнем шума на городских территориях;
- рациональной организации транспортных потоков, ограничению движения грузовых автомобилей и мотоциклов в определенных зонах города и по времени; запрещению звуковых автомобильных сигналов;
- вынесению шумных предприятий за пределы спальных районов, регламентации по времени шумных источников (например, громкая музыка) или запрещению их работы (например, громкоговорящая связь на сортировочных и грузовых станциях).

Снижение инфразвука в городской среде. *Инфразвук* – это звуковые колебания и волны с частотами, лежащими ниже полосы слышимых (акустических) частот, до 20 Гц. В отличие от слышимого звука, инфразвук имеет большую длину волны и малую частоту колебаний. Инфразвуковые волны могут свободно огибать препятствия, являющиеся экранами для обычных шумов. Инфразвук распространяется в воздушной среде на большие расстояния, поскольку его поглощение в атмосфере незначительно [71].

Общий (линейный) уровень звукового давления, дБЛин – это величина, измеренная по шкале шумомера «линейная» или рассчитанная путем суммирования уровней звукового давления в октавных полосах частот.

Эквивалентный (по энергии) общий (линейный) уровень звукового давления $L_{экв}$, дБЛин, данного непостоянного широкополосного звука – это уровень инфразвука постоянного, который имеет такое же среднеквадратичное звуковое давление, что и данный непостоянный инфразвук в течение определенного интервала времени.

Выделяют широкополосный инфразвук, с непрерывным спектром шириной более одной октавы, и тональный. Различают постоянный инфразвук, уровень звукового давления которого изменяется за время наблюде-

ния не более чем в два раза (на 6 дБ), при измерении по шкале шумомера «линейная» на временной характеристике «медленно», и непостоянный.

Характеристиками постоянного инфразвука являются уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8, 16 Гц и общий уровень звукового давления, измеренный по шкале шумомера «линейная», дБЛин. Характеристиками непостоянного инфразвука являются эквивалентные по энергии уровни звукового давления, дБ, в указанных октавных полосах частот и эквивалентный общий уровень звукового давления, дБЛин.

Биологический эффект инфразвука проявляется ответной реакцией всего организма, в которой участвуют преимущественно нервная, сердечно-сосудистая и дыхательная системы. Отмечают особое влияние инфразвука на психоэмоциональную сферу.

Источники инфразвука. Естественными источниками инфразвука являются землетрясения, извержения вулканов (~ 0,1 Гц), ветры, грозовые разряды (0,25...4 Гц), штормы (~ 10 Гц), северное сияние.

К основным *техногенным источникам инфразвуковых колебаний* в городах относятся:

- производственный инфразвук, генерируемый работающим оборудованием;
- транспортные потоки, спектры шумов которых содержат инфразвуковые составляющие;
- строительные и дорожные машины.

Основной фон инфразвука в жилой зоне города создают транспортные средства (табл. 4.11) [64]. На территории жилой застройки уровень инфразвуковых колебаний меняется от 80 до 100 дБ. Причем разница между дБЛин и дБА колеблется от 10 до 20...30 дБ. Это характеризует инфразвук, в суммарном шумовом спектре городской среды, от незначительного до ярко выраженного.

Нормируемые параметры предельно допустимых уровней инфразвука на территории жилой застройки определены требованиями СН 2.2.4/2.1.8.583-96 (табл. 4.12) [72]. Следует отметить, что согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [66] измерение и оценка уровня звукового давления инфразвука могут проводиться в дополнение к измерению и оценке шумов, спектр которых охватывает как звуковой, так и инфразвуковой диапазоны.

Снижение уровня инфразвука. Обычно инфразвук сопутствует низкочастотным шумам и вибрациям. Поэтому для снижения его уровня необходимо проводить мероприятия по уменьшению уровня шума и вибрации на территории жилой застройки. Снижение уровня инфразвука в источнике возникновения достигается уменьшением колебаний вибрирующих объектов, пульсации газовых либо гидродинамических потоков.

Таблица 4.11

Низкочастотные характеристики автотранспорта

Источники шума	Октавные полосы с максимальными уровнями, Гц	Максимальные уровни в октавах, дБ	Общий уровень звукового давления		
			дБА	дБЛин	Δ
«Волга» ГАЗ-24	8; 16	115; 113	74	116	42
Автобус «Икарус-225»	8; 16	111; 113	74	102	28
Трейлер «Шкода-Алка»	2; 16	110; 108	87	106	19
КамАЗ	8; 16	114; 116	82	122	40
ГАЗ-53А	8; 16	112; 110	84	111	27
ГАЗ-51	8; 16	107; 109	85	109	24
ЗиЛ-130	8; 16	115; 116	85	121	36
«Татра-148»	8; 16	109; 110	85	108	23
ЗиЛ-157	31,5; 63	119; 118	96	119	23

Примечание. Δ – разность между уровнями звукового давления дБЛин и дБА.

Таблица 4.12

Нормы инфразвука

Объект	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц				Общий уровень звукового давления, дБЛин
	2	4	8	16	
Территория жилой застройки	90	85	80	75	90

Защита городской среды от электромагнитных полей. Электромагнитное поле – это особая форма материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между электрически заряженными частицами. В электромагнитном поле (ЭМП) электрическое поле порождает переменное магнитное поле, а магнитное поле порождает переменное электрическое поле. Поэтому электрическое и магнитное поля не существуют обособленно и независимо друг от друга. Электромагнитные колебания распространяются в пространстве в виде электромагнитных волн. Электромагнитные волны характеризуются частотой f , Гц, и длиной волны λ , м. Электромагнитный спектр излучения приведен на рис. 4.12. Область спектра неионизирующего излучения отвечает за электромагнитное излучение.

Международная классификация электромагнитных волн по частотам приведена в табл. 4.13. Различают две зоны действия электромагнитного поля на организм человека. Зона индукции, или «ближняя» зона, ограничена расстоянием от источника излучения, равным $R \leq \lambda/2\pi$ или примерно $1/6$ длины волны. При этом длина волны определяется из соотношения

Источники ЭМП. К природным источникам электромагнитного излучения относятся электрические и магнитные поля Земли, атмосферные разряды, излучения живых организмов, излучение Солнца, других звезд, а также планет и галактик. Кроме того, само тело человека излучает электромагнитные волны. Отмечают низкочастотные колебания (доли герца) с частотой дыхания, а также электромагнитные поля, вызванные биоэлектрической активностью сердца (спектр сердечных сокращений изменяется от долей герца до 100...120 Гц, а иногда до 470 Гц) [64].

В условиях города на население воздействует как суммарный *электромагнитный фон*, так и сильные электромагнитные поля от отдельных источников. Максимум электромагнитного фона приходится на интервал времени от 10 до 22 часов. Наибольший динамический диапазон изменения электромагнитного фона наблюдается в зимнее время, наименьший – в летнее. В частотном распределении ЭМ-фона выделяют полосы частот: 50 Гц – электроэнергосбережение; 1...32 МГц – вещание коротковолновых станций; 66...960 МГц – телевидение и радиовещание, радиотелефонные системы, радиорелейные линии связи. Интенсивность фона зависит от излучения природных источников, расписания работы радиостанций, интенсивности автомобильного движения, близости к электроэнергетическим источникам.

Источниками низкочастотных ЭМП в городе являются линии электропередачи (50 Гц). Интенсивность воздействия от них определяется напряжением линии (110, 120, 330 кВ и выше).

Высокочастотные и сверхвысокочастотные ЭМП излучают радиопередающие устройства, используемые для радиолокации, радиовещания и связи. Их частотный диапазон очень широк – от 9 кГц до сотен ГГц. Мощности, излучаемые передающими антеннами, также разнообразны.

К радиопередающим устройствам относятся и радиотелефонные системы с «сотовой» структурой. В нашей стране получили распространение типы мобильных телефонов, отвечающие международным стандартам радиосвязи:

GSM-900	(диапазоны частот: 890...915 и 935...960 МГц);
GSM-1800	(диапазоны частот: 1710...1785 и 1805...1880 МГц);
NMT-450	(диапазоны частот: 453...457 и 463...467 МГц);
AMPS, AMPS-Д	(диапазоны частот: 824...849 и 869...894 МГц).

Выходная мощность базовых станций сотовой радиосвязи достигает 100 Вт, передатчиков автомобильной связи – 6 Вт, ручных радиотелефонов – 2 Вт. Для центра города максимум излучения от базовых станций приходится на период суток с 11 до 17 часов, для «спальных» районов – с 9 до 10 и с 19 до 20 часов.

Лица, профессионально связанные с радиотелефонами (персонал станций, связисты, диспетчеры, работники дорожной инспекции, пожарной ох-

раны и др.), подвергаются облучению в течение рабочего дня. Непрофессиональные пользователи радиотелефонов – только во время телефонных переговоров, которое, по данным исследований, составляет 1,5 часа в сутки для 85 % пользователей [64].

Биологический эффект от электромагнитного облучения зависит от частоты, продолжительности и интенсивности воздействия ЭМП, а также от внешних факторов: температуры и влажности воздуха, уровня шума и т.п. На развитие патогенных реакций в организме человека влияют: область тела, подвергаемая облучению, величина облучаемой поверхности, особенности организма (возраст человека, образ жизни, состояние здоровья). Наиболее чувствителен к ЭМП организм детей и больных людей, в частности страдающих аллергическими заболеваниями. ЭМП опасны для жизни в период эмбриогенеза и для организма людей, склонного к образованию опухолей.

Наиболее изучены *тепловые эффекты* воздействия ЭМП на биологические ткани. Они проявляются в диапазонах ВЧ и СВЧ. По мере увеличения поглощенной энергии (выше 10 мВт/см²) нарушаются защитные механизмы, регулирующие температуру. Это вызывает неконтролируемое повышение температуры тела. Наиболее уязвимыми к действию ЭМП являются ткани с плохой циркуляцией крови и терморегуляцией: хрусталик глаза, семенные железы и желчный пузырь, участки желудочно-кишечного тракта.

Исследованы последствия *негативных (информационных) эффектов* воздействия ЭМП на человека. Среди них выделяют патологические реакции, которые связывают с онкологическими заболеваниями, в частности с лейкемией (раком крови), разнообразными психическими нарушениями, эффектом «радиозвука», влиянием на сердечно-сосудистую систему, в том числе на снижение артериального давления и замедление ритма сердца (брадикардия).

Нормы ПДУ электромагнитных воздействий. Нормируемый ПДУ напряженности электрического поля (50 Гц), излучаемого воздушными линиями электропередачи (ВЛ) напряжением 300 кВ и выше, составляет на территории жилой застройки 1 кВ/м на высоте 1,8 м от поверхности земли. Индукция магнитного поля промышленной частоты (50 Гц) на территории жилой застройки от ВЛ переменного тока и др. объектов не должна превышать 50 мкТл (временный норматив) на высоте 1,8 м от поверхности земли [73].

Нормируемыми уровнями электромагнитных излучений радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ) являются:

- в диапазоне частот 30 кГц ... 300 МГц – среднеквадратичное значение напряженности электрической составляющей ЭМИ РЧ, В/м;

- в диапазоне частот 300 МГц ... 300 ГГц – среднеквадратичное значение плотности потока энергии (ППЭ), мкВт/см².

В случае импульсно-модулированного излучения оценка производится по средней за период следования импульсов интенсивности ЭМИ РЧ.

ПДУ электромагнитных полей от радиопередающих устройств для мест жилой застройки, мест массового отдыха и для внутренних помещений жилых, общественных и производственных зданий приведены в табл. 4.14 и 4.15.

Таблица 4.14

ПДУ ЭМП, создаваемых радиотехническими объектами

Диапазон частот	30...300 кГц	0,3...3 МГц	3...30 МГц	30...300 МГц	300 МГц ...300 ГГц
ПДУ, В/м	25	15	10	3*	10 мк Вт/см ² 100 мк Вт/см ² **

Примечание. * – кроме телевизионных станций и радиолокационных станций, работающих в режиме кругового обзора или сканирования; ** – для облучения от антенн, работающих в режиме кругового обзора или сканирования с частотой не более 1 Гц и скважностью импульсов не менее 20.

Таблица 4.15

ПДУ ЭМП, создаваемые телевизионными станциями

Частота, МГц	48,4	88,4	192,0	300
ПДУ, В/м	5	4	3	2,5

Специальные нормативы ПДУ установлены для метеорологических РЛС и радиопередающих средств аэропортов гражданской авиации. Для систем сотовой связи, работающих в частотном диапазоне 400...1200 МГц, ПДУ плотности потока энергии составляют:

- 100 мкВт/см² для пользователей радиотелефонов;
- 10 мкВт/см² для населения, облучаемого от базовых станций.

При одновременном излучении несколькими источниками должны соблюдаться следующие условия [73]:

- если для всех источников ЭМИ РЧ установлены одинаковые ПДУ:

$$\left[\sum (E_n^2) \right]^{1/2} \leq E_{ПДУ} \quad \text{или} \quad \sum ППЭ_n \leq ППЭ_{ПДУ},$$

где E_n ($ППЭ_n$) – напряженность электрического поля (плотность потока энергии), создаваемая в данной точке каждым источником; $E_{ПДУ}$ ($ППЭ_{ПДУ}$) – допустимая напряженность электрического поля (допустимая плотность потока энергии);

- если для всех источников ЭМИ РЧ установлены разные ПДУ:

$$\sum [(E_n / E_{ПДУ})^2 + ППЭ_n / ППЭ_{ПДУ}] \leq 1.$$

Методы охраны от ЭМП. К градостроительным методам относятся: организация санитарно-защитных зон источников ЭМП, рациональное размещение источников и приемников излучения (территориальный разнос), экранирование.

Санитарно-защитные зоны устанавливаются вдоль воздушных линий электропередачи (ВЛ) [28]. Для вновь проектируемых ВЛ допускается принимать границы СЗЗ вдоль трассы ВЛ с горизонтальным расположением проводов и без средств снижения напряженности электрического поля по обе стороны от нее на следующих расстояниях от проекции на землю крайних фазных проводов в направлении, перпендикулярном к ВЛ:

- 20 м – для ВЛ напряжением 330 кВ;
- 30 м – для ВЛ напряжением 500 кВ;
- 40 м – для ВЛ напряжением 750 кВ;
- 55 м – для ВЛ напряжением 1150 кВ.

В пределах СЗЗ запрещается размещение жилых и общественных зданий и сооружений; площадок для стоянки и остановки всех видов транспорта; предприятий по обслуживанию автомобилей и складов нефти и нефтепродуктов. Если напряженность электрического поля за пределами СЗЗ превышает ПДУ, должны быть приняты меры по ее снижению (например, удаление ВЛ из зоны жилой застройки или применение экранирующих устройств).

Для радиовещательных и телевизионных станций, имеющих направленное излучение, СЗЗ имеет круговую форму. Внешняя граница зон определяется на высоте 2 м по значениям ПДУ. Радиусы СЗЗ приведены в табл. 4.16 и 4.17. Кроме СЗЗ, вводятся зоны ограничений – это территории, где на высоте более 2 м от поверхности земли интенсивность ЭМП превышает ПДУ. В этих зонах запрещается строительство жилых зданий.

Таблица 4.16

Радиусы СЗЗ для типовых радиопередающих станций, м

Диапазоны частот, МГц	Мощность передатчика, кВт			
	До 5	5...25	25...100	Более 100
0,03...0,3	10	10...75	75...480	Более 480
0,3...3	20	20...150	150...960	Более 960
3...30	175	175...400	400...2500	Более 2500

Экранами ЭМП могут быть ограждающие конструкции зданий и конструктивные элементы сооружений, а также лесонасаждения деревьев и кустарников. Экраном от электрического поля ВЛ может служить заземленная металлическая сетка, расположенная на крыше здания с неметаллической кровлей. Необходимо заземлять протяжные металлические объекты (трубопроводы, кабели), машины и механизмы на пневматическом ходу. Заземления устанавливаются не менее чем в двух точках.

Радиусы СЗЗ типовых телецентров и телевизионных ретрансляторов

Мощность одного передатчика, кВт	Суммарная мощность с учетом УКВ- и ЧМ-вещания, кВт	Радиус СЗЗ, м
До 5/2,5 (одна программа)	До 10	В пределах технической территории
До 25/7,5 (одна программа)	До 75	200...300
До 50/15 (две программы)	До 160	400...500
Свыше 50/15 (три программы)	До 200	500...1000

4.7. Методы охраны и регулирования качества водной среды

Водоснабжение города «чистой» водой, отвод большого количества использованных сточных вод, очистка сточных вод – это экологические проблемы города.

Хозяйственно-питьевое, культурно-бытовое и рыбохозяйственное водопользование. При хозяйственно-питьевом водопользовании (первая категория водопользования) водные объекты и их участки используются в качестве источника питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности. При культурно-бытовом или рекреационном водопользовании (вторая категория водопользования) водные объекты используются для купания, занятий спортом и отдыха населения. К рыбохозяйственному водопользованию относится использование водных объектов для обитания рыб и других водных организмов. Следует отметить, что разные участки одного и того же водного объекта могут относиться к различным категориям водопользования. Источниками водоснабжения городов являются как поверхностные, так и подземные водоемы.

Состав природных вод очень сложен и многообразен. Каждый водный объект имеет свой биологический и химический состав воды. Состав вод поверхностных и подземных водных объектов формируется как под влиянием природных процессов, так и в результате воздействия хозяйственной деятельности людей.

Поверхностные водоемы загрязняются сбрасываемыми промышленными и коммунальными стоками, ливневыми водами, отводимыми с территории населенных пунктов, а также стоками с сельскохозяйственных угодий, животноводческих комплексов, птицефабрик. В результате в водные источники попадают тяжелые металлы, нефтепродукты, поверхностно-активные вещества, соединения азота и фосфора. Качество воды водоема будет зависеть от вида и количества загрязнений, а также от самоочищающей способности водоема.

Подземные воды обычно более защищены от загрязнений антропогенного происхождения. Чаще всего они загрязнены только природными соединениями железа и марганца.

Показатели качества природных вод. Пригодность воды для тех или иных целей оценивается по ее показателям качества. Качество воды определяется ее эпидемической и радиационной безопасностью, безвредностью химического состава и благоприятными органолептическими свойствами.

Эпидемическая безопасность воды нормируется *микробиологическими и паразитологическими показателями*. Самым общим санитарно-бактериологическим показателем является так называемое *общее микробное число* – наличие в 1 мл исследуемой воды определенного числа образующих колонии бактерий.

Радиационная безопасность воды определяется действующими нормативами показателей по объемной активности радионуклидов, а также по активности α - и β -излучения.

Органолептические показатели воды – запах, привкус, цветность, мутность. Запах и привкус воды определяются ее составом, а также концентрацией содержащихся в ней примесей и газов. Различные вкусовые ощущения придают воде растворенные в ней хлориды и сульфаты натрия, калия, железа, марганца и др. Показатели запаха и привкуса воды выражаются в баллах.

Цветность воды зависит от содержания в ней органических и неорганических веществ. Она определяется в градусах путем сравнения с платинокобальтовой шкалой. Чистая вода в тонком слое бесцветна, в большом слое имеет голубоватый оттенок. Примеси придают воде специфический оттенок: соли железа – бурый, глина – желтый, гумусовые вещества – от желтого до коричневого.

Некоторые химические вещества, присутствующие в воде даже в небольших количествах, могут изменять органолептические показатели воды: вызывать запах, увеличивать мутность, придавать окраску, вызывать образование пены, образовывать пленку на поверхности воды, придавать воде привкус. В этом случае органолептический показатель становится лимитирующим показателем вредного воздействия этих веществ.

Рассмотрим *обобщенные показатели*, характеризующие химический состав воды. *Степень минерализации* определяется количеством сухого остатка в 1 мг на 1 л (дм^3) воды. Минерализация речных вод определяется составом почвогрунтов водного бассейна, но иногда антропогенным загрязнением. Повышенной минерализацией отличаются подземные воды.

Водородный показатель (рН) определяет степень кислотности и щелочности воды. Поверхностные воды имеют чаще всего нейтральную или слабокислую реакцию. Болотные воды – кислую реакцию ($\text{рН} < 6,5$).

Общая жесткость воды характеризуется содержанием солей кальция, магния и железа.

Биохимическое потребление кислорода (БПК) определяется как количество кислорода, затрачиваемое на биохимическое окисление содержащихся в единице объема воды органических веществ за 5 и 20 суток (БПК₅ и БПК₂₀). Показатели БПК дают представление о количестве органического вещества животного происхождения и используются для контроля состава хозяйственных и бытовых сточных вод.

Химическое потребление кислорода (ХПК) определяется как количество кислорода, необходимое для химического окисления, содержащихся в единице объема воды органических и минеральных веществ. В качестве окислителя при определении ХПК используется бихромат калия (бихроматная окисляемость воды).

Перманганатная окисляемость характеризует содержание в основном легкоокисляющихся органических веществ в воде. Определяют содержание в воде отдельных классов химических соединений: нефтепродуктов, поверхностно-активных веществ и т.п.

Химический состав воды по отдельным вредным веществам регламентируется их предельно допустимой концентрацией.

Нормативы ПДК вредных веществ в водных объектах и сточных водах устанавливаются исходя из условий целевого использования водного объекта. Так, ПДК вредных веществ для рыб ниже, чем ПДК для человека. Поэтому требования к качеству вод в водоемах, используемых для рыбохозяйственных целей, более жесткие, чем для водных объектов хозяйственно-питьевого назначения.

Кроме значений ПДК, каждое вредное вещество характеризуется лимитирующим показателем вредного воздействия. Лимитирующим показателем вредности является тот признак вредности, который проявляется при наименьшей концентрации вещества. Выделяют три показателя вредного воздействия для вод хозяйственно-питьевого и культурно-бытового использования:

- санитарно-токсикологический – влияние на организм человека;
- органолептический – влияние на органолептические свойства;
- общесанитарный – влияние на процессы естественного самоочищения водоемов от патогенной микрофлоры.

В водных объектах рыбохозяйственного водопользования выделяют еще два лимитирующих показателя вредности: токсикологический и рыбохозяйственный. Принадлежность нескольких вредных веществ к одному и тому же лимитирующему показателю проявляется в суммировании их негативного воздействия. Для вод хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения учитывается класс опасности вредных веществ.

Содержание вредных веществ, для которых не установлены ПДК, нормируется ориентировочно допустимыми уровнями (ОДУ). ОДУ разрабатываются на основе расчетных экспресс-экспериментальных методов прогноза токсичности. По мере изучения токсикологических свойств данных веществ, их ОДУ заменяется значением ПДК. ОДУ применяется на стадии предупредительного контроля за предприятиями и очистными сооружениями.

В соответствии с требованиями ГН 2.1.5.689-98 [74] и ГН 2.1.5.963-00 с дополнениями, для вод хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования нормируются ПДК (мг/л) более 1300 вредных веществ и приводятся ОДУ (мг/л) около 400 веществ.

Показатели и оценка состояния природных вод поверхностных источников. Водные объекты хозяйственно-питьевого и культурно-бытового (рекреационного) водопользования должны отвечать общим требованиям к составу и свойствам воды для объектов этих категорий водопользования. Они определены СанПиН 2.1.5.980-00 [75].

- На поверхности воды не должны образовываться пленки нефтепродуктов, масел, жиров и скопление др. плавающих примесей.
- Окраска не должна обнаруживаться в столбике 20 см воды 1-й категории водопользования и 10 см – 2-й категории.
- Вода не должна приобретать запахи интенсивностью более 2-х баллов.
- Водородный показатель не должен выходить за пределы 6,5...8,5.
- Минерализация воды должна быть не более 1000 мг/дм³.
- Содержание растворенного кислорода должно быть не менее 4 мг/дм³.
- БПК₅ не должно превышать 2 мг O₂ / дм³ для воды 1-й категории водопользования и 4 мг O₂ / дм³ – 2-й категории.
- ХПК не должно превышать 15 и 30 мг O₂ / дм³ соответственно 1-й и 2-й категорий водопользования.
- Вода не должна содержать возбудителей кишечных инфекций.
- В 25 л воды не должны содержаться яйца гельминтов, онкосферы тениид и цисты патогенных кишечных простейших.
- Содержание общих колиформных бактерий в 100 мл воды должно быть не более 1000 и 500 КОЕ соответственно 1-й и 2-й категорий водопользования.
- Содержание колифагов в 100 мл воды (в бляшкообразующих единицах) должно быть не более 10.
- Суммарная объемная активность радионуклидов должна быть не более единицы.

Концентрации вредных веществ C_i , содержащихся в воде, должны отвечать условиям:

III и IV классов опасности $C_i \leq ПДК$,

I и II классов опасности, характеризующихся однонаправленным механизмом токсического действия,
$$\sum \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1.$$

Водные объекты рыбохозяйственного водопользования должны отвечать общим требованиям к составу и свойствам воды для объектов соответствующей рыбохозяйственной категории. Концентрации веществ с одинаковым лимитирующим показателем вредности должны отвечать условию

$$\sum \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1.$$

Одним из показателей оценки вод водоемов и водотоков является *фоновая концентрация загрязняющего вещества*. Она определяется в каждом створе водного объекта как статистически достоверная величина концентрации за последние три года наблюдений. Определяются фоновые показатели по взвешенным веществам, растворенному кислороду, ХПК, БПК₅, аммонийному, нитритному и нитратному азоту, общему фосфору, хлоридам, сульфатам, фосфатам, хроматам, тяжелым металлам, нефтепродуктам, фенолам, СПАВ, пестицидам.

Качество природной воды может быть оценено по 6 наиболее приоритетным показателям ее гидрохимического загрязнения, а именно по *индексу загрязнения воды (ИЗВ)*. ИЗВ находят как среднеарифметическое значение из суммы 6 основных относительных показателей, определяемых как отношение их фактических значений к нормативным:

$$ИЗВ = \sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{ПДК_i} / 6,$$

где C_i – среднее значение определяемого показателя за период наблюдений (обычно за год); $ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества.

В зависимости от значения ИЗВ устанавливаются классы качества воды, которые используются для интегральной оценки загрязненности поверхностных вод (табл. 4.18). В число показателей обязательно входит концентрация растворенного кислорода и значение БПК₅, а также 4 относительные концентрации наиболее приоритетных загрязняющих веществ (например, имеющие наибольшее значение $C_i / ПДК_i$).

Для определения степени загрязнения водоемов используются также *методы биоиндикации*.

Опасную экологическую обстановку в городе, требующую принятия срочных мер по устранению причин её возникновения, вызывают высокий и экстремально высокий уровни загрязнения водотоков и водоемов. *Критериями высокого загрязнения* поверхностных вод суши и морских вод являются показатели:

- максимально разовое содержание для нормируемых веществ 1 и 2 классов опасности в концентрациях, превышающих ПДК от 3 до 5 раз, для веществ 3 и 4 классов опасности – от 10 до 50 раз; величина БПК₅ – от 10 до 40 мг О₂/дм³; снижение концентрации растворенного кислорода – до значений от 3 до 2 мг/дм³;
- покрытие пленкой (нефтяной, масляной или др. происхождения) от 1/4 до 1/3 поверхности водного объекта.

Таблица 4.18

Характеристики интегральной оценки качества воды

Значение ИЗВ	Класс качества воды	Характер качества воды
≤ 0,2	1-й	Очень чистая
> (0,2...1)	2-й	Чистая
> (1...2)	3-й	Умеренно загрязненная
> (2...4)	4-й	Загрязненная
> (4...6)	5-й	Грязная
> (6...10)	6-й	Очень грязная
> 10	7-й	Чрезвычайно грязная

Критериями экстремально высокого загрязнения поверхностных вод суши и морских вод являются:

- максимально разовое содержание для нормируемых веществ 1 и 2 классов опасности в концентрациях, превышающих ПДК в 5 и более раз, для веществ 3 и 4 классов опасности – в 50 и более раз;
- появление запаха вод интенсивностью более 4 баллов;
- покрытие пленкой более 1/3 поверхности водного объекта;
- снижение концентрации растворенного кислорода до значений 2 мг/дм³ и менее; увеличение БПК₅ свыше 40 мг О₂/дм³.

Оценка влияния хозяйственной деятельности на загрязнение подземных вод. Приоритетные загрязнители подземных вод в местах расположения городских очистных сооружений, полигонов ТБО, аэропортов, полигонов промтоходов, предприятий теплоэнергетики, нефтепереработки и др. объектов хозяйственной деятельности установлены СП 2.1.6.1059-01 [76].

Приоритетными загрязнителями, проникающими в водоносные горизонты, являются нефтепродукты, фенолы, тяжелые металлы и др. Выделяют четыре степени влияния техногенного фактора на подземные воды:

- 1) допустимое – фоновые показатели состояния воды периодически

повышаются при максимальных уровнях загрязнения ниже гигиенических нормативов;

2) слабовыраженное – сохраняется тенденция к возрастанию показателей техногенного загрязнения в течение года при максимальных уровнях загрязнения ниже гигиенических нормативов;

3) предельные – стабильное превышение фоновых показателей при их максимальных уровнях \leq ПДК;

4) опасное – стабильное превышение фоновых показателей при их максимальных уровнях $>$ ПДК.

Технико-технологические методы подготовки питьевой воды. Города обеспечиваются водой через системы центрального водоснабжения. В настоящее время в Российской Федерации централизованные системы водоснабжения имеют 104 города (98% от общего количества городов). Мощность водопроводов достигла 102 млн м³/сут., в том числе коммунальных – 53 млн м³/сут. Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды составляет 343 л/сут. на 1 жителя России. Источниками централизованного водоснабжения служат поверхностные воды, доля которых в общем объеме водозабора составляет 68%, и подземные воды – 32%.

Вода – необходимый элемент жизнеобеспечения населения. От ее качества, количества и бесперебойной подачи зависит состояние здоровья людей, степень благоустройства жилищного фонда и городской среды. Проблемы водопользования, связанные с ухудшением качества воды и ее пагубным воздействием на здоровье людей, возникли в больших городах России на рубеже XIX – XX вв. На протяжении более чем столетнего периода отработаны технологические и технические средства водоподготовки и водоочистки для специфических условий каждого города.

Методы очистки и обеззараживания воды поверхностных источников. Традиционные технологии подготовки питьевой воды основаны на физико-химических методах очистки и обеззараживания. Обработка природной воды состоит из ряда последовательных стадий: коагуляции, отстаивания, фильтрации, обеззараживания хлором, а также, при необходимости, сорбции. Конструктивное оформление этих процессов включает смесители, отстойники, фильтры. Из-за повышенного загрязнения поверхностных водоисточников традиционно применяемые технологии обработки воды стали в большинстве случаев недостаточно эффективными. Для улучшения качества питьевой воды разработаны специальные технологии ее очистки, а также соответствующее им оборудование и реагенты [77].

Коагуляция – это процесс слипания частиц, взвешенных в воде, с образованием более крупных агрегатов. Реагентами, вызывающими коагуляцию, являются коагулянты – сульфат алюминия, хлорное железо. Помимо традиционных применяются новые эффективные реагенты отечественного и зарубежного производства – оксихлорид алюминия, основной сульфат

алюминия и др. В результате коагулирования воды образуются хлопьевидные взвеси.

В случае повышенной мутности очищенной воды дополнительно к коагулянту вводят флокулянт. *Флокуляция* – процесс агрегации взвешенных частиц при добавлении в воду высокомолекулярных соединений – флокулянтов. В качестве последнего обычно используют полиакриламид. Флокулянт повышает прочность хлопьев, ускоряет процесс их укрупнения, улучшает осаждение скоагулированной взвеси и осветление воды. Одной из проблем в технологии очистки является содержание в очищенной воде остаточных количеств алюминий- и железосодержащих коагулянтов, полиакриламида.

Для осаждения хлопьев используют отстойники. После *отстаивания* воду подвергают *фильтрации*. Традиционным фильтрующим материалом является кварцевый песок. Другими фильтрующими материалами, разрешенными к применению Минздравом России, являются дробленый керамзит, шунгизит, гранодиорит, вулканические шлаки и прочие материалы. По сравнению с песком эти материалы имеют более развитую поверхность. Их применение позволяет повысить производительность фильтровальных сооружений на 30...50%. В последние годы на многих водопроводных станциях используются системы фильтров, изготовленных из дырочных полиэтиленовых труб с фильтрующим слоем из полиэтилена.

Обеззараживание воды. Целью обеззараживания воды является уничтожение болезнетворных микроорганизмов, защита воды от внешнего загрязнения и вторичного роста микроорганизмов при транспортировании воды по водопроводным сетям. Эффективность обеззараживания воды зависит от концентрации и вида микробиологических загрязнений, их устойчивости к используемым реагентам. При этом, чем глубже очистка воды от взвешенных веществ, тем лучше доступ дезинфицирующего реагента к бактериям и вирусам.

Одним из основных методов обеззараживания воды является ее *хлорирование* с использованием жидкого хлора Cl_2 и различных хлорреагентов – гипохлорита натрия $NaClO$, гипохлорита кальция $Ca(ClO)_2$, диоксида хлора ClO_2 . Перспективным для хлорирования воды является применение гипохлорита натрия. Его получают непосредственно на водоочистной станции путем электролиза поваренной соли. Использование гипохлорита натрия позволяет повысить экологическую и гигиеническую безопасность производства воды, уменьшить коррозию оборудования и трубопроводов, повысить экономичность производства.

При нормальных условиях хлорирования (содержание остаточного хлора не менее 0,5 мг/л при контакте в течение 30 минут) концентрация некоторых вирусов и бактерий уменьшается более чем на 99%. Однако для очистки воды от микробиологических загрязнений, устойчивых к дейст-

вию хлорреагентов (вирус гепатита А или цисты лямблий), необходимо увеличить время контакта воды с хлором от 0,5 до 3 часов при содержании остаточного хлора в воде 5...0,6 мг/л. Использование повышенных доз хлора вызывает необходимость последующего дехлорирования воды на выходе из резервуаров или ее кипячения непосредственно у потребителя.

При хлорировании воды образуются токсичные хлорорганические соединения: хлороформ, дихлорбромметан, бромформ и др. Происходит это главным образом при нахождении в воде таких органических соединений как глюкоза, дубильная, галловая и гуминовые кислоты природного происхождения, которые взаимодействуют с активным хлором. Обладают таким свойством и находящиеся в воде загрязняющие примеси антропогенного происхождения (фенолы, углеводороды).

Концентрация хлороформа, образующегося при хлорировании воды, в 5...30 раз превышает концентрацию остальных примесей. Процесс *дехлорирования* осуществляется с помощью различных химических восстановителей (тиосульфат натрия, сернистая кислота). Наиболее эффективным методом удаления хлорорганических соединений является сорбция на фильтрах с активным углем. Однако в связи с небольшой адсорбционной емкостью угля время защитного действия фильтра составляет всего 3...6 месяцев. К методам, предотвращающим образование хлорорганических соединений, относятся также: изменение режима хлорирования воды (дробное или периодическое хлорирование), применение УФ-обеззараживания в сочетании с хлорированием, замена хлора другими окислителями (озон, диоксид хлора, хлорамин).

УФ-облучение воды является альтернативным методом ее обеззараживания. Оно используется при обработке маломутных вод, имеющих среднюю цветность. Эффект обеззараживания основан на воздействии ультрафиолетовых лучей с длиной волны 200...300 нм на белковые коллоиды и ферменты протоплазмы микробных клеток. Обеззараживаемая ультрафиолетом вода должна иметь достаточную прозрачность, поскольку в загрязненных водах интенсивность проникновения УФ-лучей быстро затухает. Установка УФ-обеззараживания воды комплектуется ртутными лампами низкого давления и не исключает заключительного этапа хлорирования. В последние годы созданы новые экономичные установки УФ-обеззараживания воды.

Эффективным методом обеззараживания воды является *озонирование*. Озон действует на окислительно-восстановительную систему и на протоплазму клеток микроорганизмов, обеспечивая тем самым бактерицидный эффект. Озон как обеззараживающий реагент в 15...20 раз действует быстрее хлора, оказывает более активное действие на вирусы и другие микроорганизмы, устойчивые по отношению к хлору. Кроме того, озон как силь-

ный окислитель снижает содержание гуминовых веществ, обуславливающих цветность воды, удаляет запахи и привкусы воды.

При наличии в водоисточнике большого количества антропогенных загрязнений применяются *специальные методы очистки*, к которым относятся озонирование и сорбционная очистка на активных углях. Используются свойства озона окислять органические загрязнения (фенолы, нефтепродукты, пестициды, амины и многие другие) и неорганические соединения железа, марганца, а также сероводород. В результате окисления органических веществ образуются альдегиды, кетоны, кислоты, которые также являются токсичными веществами. Наиболее представительным продуктом озонирования является формальдегид. Однако последующая сорбционная очистка воды на угольных фильтрах существенно уменьшает содержание формальдегида и других токсичных веществ. Проблемы, возникающие при использовании озона, связаны также с его низкой растворимостью в воде, собственной высокой токсичностью и взрывоопасностью.

Сорбционный метод применяется для увеличения степени очистки воды от неорганических и органических загрязнений, а также для удаления продуктов хлорирования и озонирования на заключительном этапе обработки воды. В качестве сорбционных материалов используются активные угли отечественного и зарубежного производства. Применяют два способа использования активных углей: введение порошкообразных активных углей (углевание воды); применение гранулированных и дробленых активных углей в качестве загрузки сорбционных фильтров. Как показывает отечественный и зарубежный опыт, порошкообразные угли целесообразно применять лишь в периоды кратковременного ухудшения качества воды, в аварийных ситуациях.

В каждом конкретном случае при необходимости использования специальных технологий очистки воды необходимо проведение предпроектных исследований, установление расчетно-конструкционных и технологических параметров, по результатам которых можно обоснованно судить о целесообразности, обоснованности и эффективности их внедрения на данной водоочистой станции.

Следует отметить, что вредные вещества могут поступать и образовываться в воде в процессе ее обработки на стадиях водоподготовки.

Подготовка воды из подземных источников. Качество используемых для водоснабжения подземных вод в основном соответствует нормативным требованиям. Однако загрязнения вместе со сточными водами могут проникать и в водоносные горизонты.

Для подземных вод Западно-Сибирского региона характерно превышение показателей по минерализации, перманганатной окисляемости, а также по содержанию железа, марганца, магния и брома [76]. Основными природными загрязнениями подземных вод являются соединения железа и

марганца. Железосодержащие воды в 80...90% случаев содержат бикарбонатные формы (дегидрокарбонаты) железа. Основным методом *обезжелезивания воды* от бикарбонатных форм является аэрация и фильтрование через зернистые фильтры. Он заключается в пропускании воздуха через воду. При этом протекает реакция окисления двухвалентного железа в трехвалентное:



Образовавшийся осадок гидроксида железа отстаивают, а затем отфильтровывают.

Если железо присутствует в воде в органических формах (обычно в зоне болот и торфяников), для очистки используется известь (доза 40...60 мг/л по СаО). Часто подземные воды содержат железобактерии, которые вызывают биокоррозию водопроводных металлических труб.

Ряд подземных вод характеризуется одновременным содержанием железа и марганца, поэтому возникает необходимость *их обезжелезивания и демарганации*. Железо и марганец присутствуют в подземных водах в виде минеральных или органических соединений гуминовых и жирных кислот. Разработаны методы удаления железа и марганца, включающие процессы аэрации, фильтрования, обработки сильным окислителем, известкования с коагулированием и др.

Использование подземных вод основывается на исключительно удачном сочетании экологического и экономического факторов. Себестоимость питьевой воды из подземных источников в 3-4 раза ниже, чем из поверхностных. Поэтому необходимо расширять использование подземных вод, интенсифицировать освоение разведанных запасов подземных вод и расширить поисково-разведочные работы по выявлению новых месторождений. Многие подземные источники, особенно обеспечивающие крупные города Центрального, Центрально-Черноземного, Северо-Кавказского и других районов, сильно истощены. Поэтому необходимо осуществлять искусственное пополнение подземных вод.

Гигиенические требования к качеству питьевой воды указаны в СанПиН 2.1.4.1074-01 [78].

- Питьевая вода должна иметь общее микробное число не более 50. Нормируется отсутствие в 100 мл воды колиформных бактерий. Особое внимание в СанПиНе уделено эпидемической безопасности воды в отношении вирусных и паразитарных инфекций. Нормируется отсутствие в 100 мл исследуемой воды колифагов (в бляшкообразующих единицах). Колифаги являются индикаторными организмами на вирусное загрязнение. Нормируется отсутствие в 50 л воды цист лямблий.

- Уровни радиации питьевой воды не должны превышать нормативов по общей α -радиоактивности 0,1 Бк/л; общей β -радиоактивности 1,0 Бк/л.

- Содержание сухого остатка не должно превышать 1000 мг/л.

- Водородный показатель нормируется пределом значений рН = 6...9.
- Общая жесткость должна быть не более 7 ммоль/л.
- Перманганатная окисляемость питьевой воды должна быть не более 5 мг/л.
- ПДК нефтепродуктов не должна превышать 0,1 мг/л, поверхностно-активных веществ (анионоактивных) – 0,5 мг/л, фенолов – 0,25 мг/л.
- В табл. 4.19 приведены показатели вредных веществ питьевой воды. Указаны те вещества, которые наиболее часто встречаются в природных водах и являются распространенными антропогенными загрязнениями.

Таблица 4.19

**Нормированные показатели содержания вредных веществ
в питьевой воде**

Показатель	ПДК, мг/л	Показатель вредности	Класс опасности
Неорганические вещества			
Алюминий (Al^{3+})	0,5	с.-т.	2
Барий (Ba^{2+})	0,1	-«-	2
Бериллий (Be^{2+})	0,0002	-«-	1
Бор (В, суммарно)	0,5	-«-	2
Железо (Fe, суммарно)	0,3(0,1)	орг.	3
Кадмий (Cd, суммарно)	0,001	с.-т.	2
Марганец (Mn, суммарно)	0,1(0,5)	орг.	3
Медь (Cu, суммарно)	1,0	-«-	3
Молибден (Mo, суммарно)	0,25	с.-т.	2
Мышьяк (As, суммарно)	0,05	с.-т.	2
Никель (Ni, суммарно)	0,1	с.-т.	3
Нитраты (по NO_3^-)	45	орг.	3
Ртуть (Hg, суммарно)	0,0005	с.-т.	1
Свинец (Pb, суммарно)	0,03	-«-	2
Селен (Se, суммарно)	0,01	-«-	2
Стронций (Sr^{2+})	7,0	-«-	2
Сульфаты (SO_4^{2-})	500	орг.	4
Фториды (F^-) для климатических районов:			
- I и II	1,5	с.-т.	2
- III	1,2	-«-	2
Хлориды (Cl^-)	350	орг.	4
Хром (Cr^{+6})	0,05	с.-т.	3
Цианиды (CN^-)	0,035	-«-	2
Цинк (Zn^{2+})	5,0	орг.	3
Органические вещества			
γ-ГХЦГ (линдан)	0,002	с.-т.	1
ДДТ (сумма изомеров)	0,002	-«-	2
2,4-Д	0,03	-«-	2

- Показатели питьевой воды, связанные с технологией водоподготовки, приведены в табл. 4.20.

- Благоприятные органолептические свойства питьевой воды регламентированы нормативами, приведенными в табл. 4.21, а также нормативами содержания веществ, влияющих на органолептические свойства воды.

Таблица 4.20

ПДК веществ в питьевой воде после ее обработки

Показатель	ПДК, мг/л	Показатель вредности	Класс опасности
Хлор			
-остаточный свободный	В пределах 0,3...0,5	орг.	3
-остаточный связанный	В пределах 0,8...1,2	-«-	3
Хлороформ (при хлорировании воды)	0,2	с.-т.	2
Озон остаточный	0,3	орг.	
Формальдегид (при озонировании воды)	0,05	с.-т.	2
Полиакриламид	2,0	-«-	2
Активированная кремнекислота (по Si)	10	-«-	2
Полифосфаты (по PO_4^{3-})	3,5	орг.	3
Остаточные количества алюминий- и железосодержащих коагулянтов	См. показатели «Алюминий», «Железо», табл. 4.24		

Таблица 4.21

Органолептические показатели питьевой воды

Показатель	Единица измерения	Норматив, не более
Запах	Баллы	2
Привкус	Баллы	2
Цветность	Градусы	20 (35)
Мутность	Единицы мутности: - по формазину, ЕМФ - коалину, мг/л	2,6 (3,5) 1,5 (2)

В процессе водоподготовки и водопользования производственный контроль за качеством питьевой воды производится по следующим показателям:

- микробиологическим и паразитологическим,
- органолептическим,
- радиологическим,

- обобщенным остаточным количествам реагентов,
- химическим веществам, выбранным для постоянного контроля.

Выбор веществ, подлежащих постоянному производственному контролю, проводится после оценки химического состава воды источника водоснабжения, а также технологии производства питьевой воды в системе водоснабжения.

Градостроительные методы охраны вод хозяйственно-питьевого назначения включают организацию зон санитарной охраны (ЗСО) источников водоснабжения и водопроводов. В соответствии с СанПиН 2.1.4.1110-02 [79] территория ЗСО подразделяется на три пояса. Первый пояс (строгого режима) предназначен для защиты места водозабора и водозаборных сооружений от случайного или умышленного загрязнения и повреждения. На территории первого пояса расположен водозабор, площадки всех водопроводных сооружений и водопроводящий канал. Второй и третий пояса (пояса ограничений) ЗСО – это территории, предназначенные для предупреждения загрязнения источников водоснабжения. Границы поясов ЗСО установлены СанПиНом.

Границы ЗСО подземного водозабора первого пояса располагаются на расстоянии от него:

- не менее 30 м при использовании защищенных подземных вод;
- не менее 50 м при использовании недостаточно защищенных подземных вод и при искусственном пополнении запасов подземных вод.

Границы 2-го и 3-го поясов определяются гидродинамическими расчетами. Основным расчетным параметром для определения границы 2-го пояса является время продвижения микробного загрязнения с потоком подземных вод к водозабору. Для недостаточно защищенных подземных вод оно составляет 400 суток в пределах территории I, II и III климатических районов. Для защищенных подземных вод – 200 суток в пределах территории I и II районов и 100 суток в пределах III района.

Граница 3-го пояса предназначена для защиты водоносного пласта от химических загрязнений. Основным расчетным параметром является время движения химического загрязнения к водозабору, оно принимается как срок эксплуатации водозабора 25...50 лет. Расчеты проводятся по методикам, согласованным с Государственной санитарно-эпидемиологической службой РФ.

Границы ЗСО поверхностного источника первого пояса устанавливаются:

- для водотоков: вверх по течению – не менее 200 м от водозабора; вниз по течению – не менее 100 м от водозабора; по прилегающему к водозабору берегу – не менее 100 м от линии уреза воды летне-осенней межени; в направлении к противоположному берегу при ширине реки или канала менее 100 м – вся акватория и противоположный берег шириной 50 м от

линии уреза воды, при ширине реки или канала более 100 м – полоса акватории шириной не менее 100 м;

- для водоемов (озера, водохранилища) во всех направлениях по акватории водозабора и по прилегающему к водозабору берегу от линии уреза воды при летне-осенней межени – не менее 100 м.

Границы 2-го пояса на водотоке устанавливаются с учетом микробного самоочищения. Граница должна быть удалена вверх по течению водозабора настолько, чтобы время пробега по основному водотоку и его притокам (при расходе воды в водотоке 95% обеспеченности) было:

- не менее 5 суток для IA, Б, В, Г и ПА климатических районов;
- не менее 3 суток для ID, ПБ, В, Г и III районов.

Граница 2-го пояса для водоемов должна быть удалена по акватории во все стороны от водозабора на расстояние: 3 км – при наличии нагонных ветров до 10%; 5 км - при наличии нагонных ветров более 10%. Боковые границы 2-го пояса водоема от линии уреза воды должны быть расположены на расстоянии при равнинном рельефе местности не менее 500 м. Граница 2-го пояса водотока вниз по течению устанавливается не менее 250 м от водозабора.

Границы 3-го пояса на водотоке вверх и вниз по течению совпадают с границами 2-го пояса. Боковые границы должны проходить по линии водоразделов в пределах 3...5 км, включая протоки. Границы 3-го пояса на водоеме полностью совпадают с границами 2-го пояса.

Границы ЗСО водопроводных сооружений и водопроводов. Граница 1-го пояса водопроводных сооружений принимается на расстоянии: от стен запасных и регулирующих емкостей, фильтров и контактных осветителей – не менее 30 м; от водонапорных башен – не менее 10 м; от остальных помещений – не менее 15 м.

Ширина санитарно-защитной полосы по обе стороны от крайних линий водопровода принимается: при отсутствии грунтовых вод – не менее 10 м при диаметре водоводов до 1000 мм и не менее 20 м при диаметре более 1000 мм; при наличии грунтовых вод – не менее 50 м.

Для зон санитарной охраны предусмотрен комплекс водоохраных мероприятий. Охрана водозабора подземных вод первого пояса ЗСО включает следующие мероприятия:

- отвод поверхностных стоков за пределы территории;
- озеленение, ограждение и охрана территории;
- запрещение всех видов строительства, не имеющих отношения к эксплуатации реконструкции и расширению водопроводных сооружений, а также запрещение применения ядохимикатов и удобрений;
- оборудование зданий канализацией с отведением сточных вод;
- систематический контроль сточных вод в месте водозабора.

На территории второго и третьего поясов ЗСО источников подземных вод запрещается:

- бурение новых скважин и новое строительство;
- закачка отработанных вод в подземные горизонты, подземное складирование твердых отходов и разработка недр земли;
- размещение складов горюче-смазочных материалов, ядохимикатов, минеральных удобрений, накопителей промстоков, шламохранения и других объектов;
- размещение кладбищ, скотомогильников, полей ассенизации, полей фильтрации, навозохранилищ, животноводческих и птицеводческих предприятий и других объектов.

На территории ЗСО источников поверхностных вод запрещается:

- спуск любых сточных вод;
- добыча песка, гравия и проведение дноуглубительных работ без согласования с центром санитарно-эпидемиологического надзора;
- купание, туризм, водный спорт, рыбная ловля, стирка белья, водопой скота и другие виды водопользования.

В пределах санитарно-защитной полосы водовода должны отсутствовать источники загрязнения почвы и грунтовых вод.

Организации ЗСО предшествует разработка её проекта. Проект включает: определение границ зоны и составляющих её поясов; план мероприятий по улучшению санитарного состояния территории ЗСО и предупреждению загрязнения источника; правила и режим хозяйственного использования территорий 3-х поясов. Решение об организации ЗСО принимается на стадии проекта районной планировки или генерального плана города, при выборе источника водоснабжения. В генеральных планах застройки населенных мест ЗСО источников водоснабжения указываются на схеме планировочных ограничений.

Сточные воды города. Сточными водами являются хозяйственно-бытовые, ливневые и производственные сточные воды. Они поступают в канализационную сеть, откуда направляются непосредственно в водный объект, или сначала на станцию очистки сточных вод, а после нее в водный объект. Городская канализация бывает:

- полностью раздельной, если бытовые стоки отводятся отдельно от производственных и от ливневых;
- смешанной, если в единую канализацию поступают бытовые, производственные и ливневые сточные воды;
- полураздельной или неполной раздельной, если, например, в одну сеть сбрасываются бытовые и производственные, а в другую – ливневые стоки.

В каждом городе имеется своя, уже сложившаяся система канализации.

Сточные воды больших городов перед спуском в водный объект очищаются на станциях очистки, которые могут быть централизованными и локализованными.

Вместе с этим для города характерен *поверхностный рассредоточенный сток загрязненных вод*, не попадающих в канализационную сеть. Талые и дождевые воды смывают с городской территории мусор, нефтепродукты, выпавшие атмосферные аэрозоли, строительные материалы и т.п. Все это выносится в водные объекты и загрязняет их. На международных конгрессах «Экватек – 96» и «Экватек – 98» отмечалось, что масса загрязняющих веществ, поступающих с неорганизованными сбросами, в 3...5 раз больше сбросов с городских очистных сооружений, через которые поступают в водные объекты практически все хозяйственно-бытовые сточные воды и большая часть промышленных.

Технико-технологические методы очистки сточных вод на городских станциях предусматривают механическую и биологическую очистку, обеззараживание, доочистку. *Механическая очистка* обеспечивает удаление плавающих и взвешенных примесей.

Биологическая очистка осуществляется в аэротенках – железобетонных, кирпичных или металлических емкостях, заполненных водой и активным илом и насыщаемых воздухом. *Активный ил* – это специально культивируемое сообщество организмов, пищей для которых служат органические вещества сточных вод. Биологическая очистка не обеспечивает полного уничтожения всех болезнетворных бактерий, поэтому перед сбросом в водные объекты вода обеззараживается жидким хлором или хлорной известью. После хлорирования вода подвергается дегазации, так как попадание хлора в воду может привести к гибели рыбы. Сбрасываемая вода по составу и свойствам должна соответствовать природной воде приемника сточных вод (воде реки, озера). Для придания очищаемым сточным водам качества природной воды может проводиться их доочистка в биологических прудах или сооружениях типа биоплата (рис. 4.13) [40].

Отходом биологической очистки сточных вод является отработанный *иловый осадок*. Специальными приемами обработки влажность ила снижают на 65...70%. Окончательное обезвоживание, высушивание и компостирование (перегнивание) илового осадка проводят на иловых площадках в течение нескольких месяцев. Компостируемый иловый осадок является хорошим органическим удобрением. Обезвоживание осадков осуществляют также механически с помощью вакуум-фильтров, фильтр-прессов, центрифуг и виброфильтров. Термическую обработку осадков производят сушкой. Разработаны технологические схемы получения из отработанного осадка белково-витаминного кормового продукта (белвитамина), кормовых дрожжей и технического витамина В₁₂. Когда утилизация осадков не-

возможна (высокое содержание тяжелых металлов и т.п.), осадки сжигают, при этом объем осадков уменьшается в 80...100 раз [64].

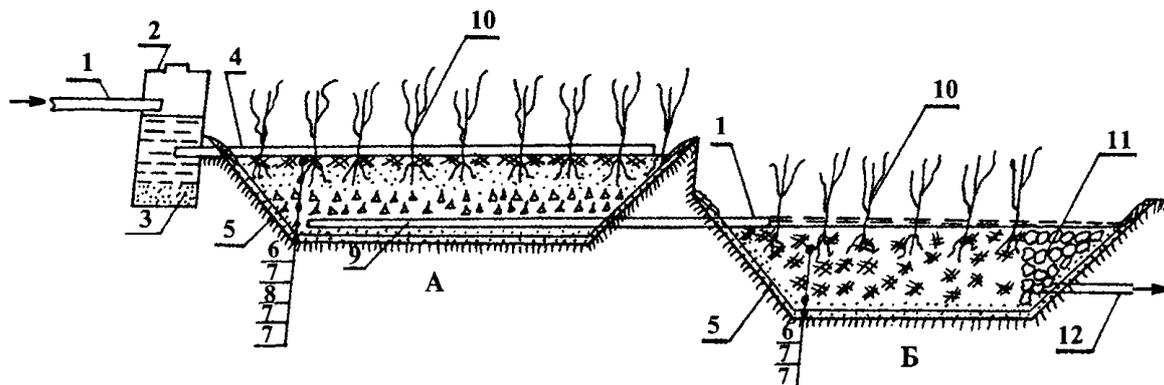


Рис. 4.13. Очистные сооружения типа биоплато:

А — инфильтрационное биоплато; Б — поверхностное биоплато; 1 — подача воды на очистку; 2 — отстойник; 3 — осадок; 4 — распределительный трубопровод; 5 — противофильтрационный экран; 6 — растительный грунт; 7 — песок; 8 — щебень; 9 — дренаж; 10 — высшая водная растительность; 11 — каменная наброска; 12 — очищенная вода

Технико-технологические методы очистки производственных сточных вод. На проектируемом промышленном предприятии должны использоваться те технологические процессы основного производства, при которых обеспечивается минимальное потребление воды, и применяться такие технологические решения, которые позволяют использовать схемы оборотного и повторно-последовательного водоснабжения. Забор воды из источников питьевого водоснабжения допускается в исключительных случаях и при соответствующем технико-технологическом обосновании. Если для водоснабжения предприятия намечается использование подземных вод, анализируются данные о возможности отбора вод в требуемом объеме, о глубине залегания и мощности водоносных горизонтов, химическом составе вод и др.

Производственные сточные воды очищаются на очистных сооружениях данного промышленного объекта. После очистки они могут быть использованы для технического водоснабжения, или поданы на городские очистные сооружения для доочистки, или сброшены в водные объекты.

В основе очистки и обеззараживания природных вод на стадии водоподготовки, а также сточных и оборотных вод в системах водоочистки лежат однотипные по своей сути процессы. Задачей очистки воды является снижение содержания загрязняющих веществ, находящихся в виде взвешенных частиц или в растворенной форме, до нормируемого уровня. Задача обеззараживания воды — уничтожение патогенных микроорганизмов. Современные технологии обработки воды многообразны. Они основаны на использовании большого числа методов, реагентов и технических

решений. Вода очищается от взвешенных частиц, высокомолекулярных соединений, ионов металлов и минеральных солей.

Технико-технологические методы очистки и обеззараживания сточных вод разделяются на:

- механические → отстаивание, фильтрование, центрифугирование, процеживание;
- физико-химические → коагуляция, сорбция, флотация, ионный обмен, обратный осмос, электрохимические и др.;
- химические → нейтрализация, аэрация, озонирование, хлорирование и др.;
- физические → УФ-излучение, электрический разряд, ультразвук и др.;
- биологические → биологическое разложение, биохимическое окисление.

Принципы очистки и обеззараживания рассмотрены нами при описании подготовки питьевой воды, а также очистки городских сточных вод.

Экологические требования к сбросу производственных сточных вод [75]. В поверхностные водные объекты запрещается сбрасывать сточные воды, содержащие возбудителей инфекционных заболеваний, а также вещества, для которых не установлены ПДК или ОДУ. Не допускается сброс сточных вод в черте населенных пунктов, в пределах первого пояса ЗСО источников хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Негативным фактором воздействия сточных вод на водные объекты является температура. Так, летняя температура воды в результате сброса сточных вод в водные объекты хозяйственно-питьевого и рекреационного водопользования не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года.

Контрольный створ (пункт) на водотоках устанавливается не далее 500 м по течению от места сброса сточных вод и в радиусе 500 м от места сброса на акватории (на непроточных водоемах и водохранилищах). При сбросе сточных вод в черте населенных пунктов контрольный створ располагается непосредственно у места сброса.

Количество производственных сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, регламентируется *нормативами предельно допустимых сбросов (ПДС)*. Под ПДС понимают максимально допустимую массу загрязняющего вещества, отводимую со сточными водами в единицу времени, которая позволяет обеспечить соблюдение норм качества воды в контрольном створе водного объекта.

ПДС (г/ч) для каждого показателя качества воды определяется как произведение максимального часового расхода сточных вод $Q_{см}$ (м³/ч) на его предельно допустимое значение $C_{ПДС}$ (г/м³ или мг/л):

$$ПДС = Q_{см} \cdot C_{ПДС} .$$

Расчет ПДС основан на следующих положениях [75].

1. ПДС устанавливается для каждого выпуска сточных вод в водный объект и для каждого вредного вещества, в том числе продуктов его трансформации.

2. ПДС устанавливается исходя из условия, что концентрации загрязняющих веществ не будут превышать гигиенические нормативы химических веществ и микроорганизмов в воде водного объекта в контрольном створе.

3. При расчете ПДС не учитывается ассимилирующая способность водных объектов.

4. При наличии в сточных водах химических веществ, содержащихся в воде фоновом створе на уровне ПДК, в расчетах ПДС не учитываются процессы разбавления.

Исходными данными для расчета ПДС являются: категория водного объекта – приемника сточных вод; расчетное значение фоновой концентрации; кратность разбавления сточных вод при наихудших гидрологических условиях; тип и месторасположение выпуска сточных вод; фактические (проектные) концентрации загрязняющих веществ в сточной воде; максимальный часовой расход сточных вод.

В зависимости от значения фактической (проектной) концентрации, расчет ПДС проводят следующим образом.

1. Фактическая (проектная) концентрация загрязняющего вещества $C_{см}$ меньше его нормативной концентрации в водном объекте (приемнике сточных вод), т.е. $C_{см} < 1ПДК$. В этом случае за показатель $C_{ПДС}$ принимается фактическая (проектная) концентрация вредного вещества: $C_{ПДС} = C_{см}$. Предельно допустимый сброс рассчитывается как

$$ПДС = Q_{см} \cdot C_{см} .$$

2. Фактическая (проектная) концентрация загрязняющего вещества $C_{см}$ превышает нормативную концентрацию, установленную для водного

объекта данной категории водопользования, т.е. $C_{см} \geq 1$ ПДК. Показатель $C_{ПДС}$ принимается равным 1ПДК: $C_{ПДС} = 1$ ПДК. ПДС рассчитывается как

$$ПДС = Q_{см} \cdot ПДК.$$

В этом случае для действующих предприятий устанавливаются временно согласованные сбросы (ВСС) на период осуществления мер по достижению ПДС (на срок не более 5 лет).

При установлении норматива ПДС должно соблюдаться условие суммирования концентраций вредных веществ для водных объектов соответствующей категории. Например, для веществ 1-го и 2-го классов опасности и культурно-бытового (рекреационного) водопользования водного объекта должно соблюдаться условие

$$\sum_i \frac{C_{ПДС_i}}{ПДК_i} = 1 .$$

Для каждого вещества $C_{ПДС}$ составляет долю своего ПДК, т.е.

$$C_{ПДС_i} = K_i \cdot ПДК_i , \text{ когда } K_i < 1 .$$

Значения K_i должны удовлетворять двум ограничениям:

$$K_i = \frac{C_{ПДС_i}}{ПДК_i} \leq \frac{C_{см_i}}{ПДК_i} \text{ и } \sum K_i = 1 .$$

С учетом этих ограничений величины K_i должны подбираться таким образом, чтобы достижение норм ПДС требовало минимальных экономических затрат [40]. Фоновая концентрация загрязняющего вещества должна быть учтена в доле его ПДК.

Сброс вод в подземные горизонты применяется при отсутствии разработанных технологий очистки определенных видов стоков. Он возможен только в тех случаях, когда поглощающие скважины и колодцы для сброса сточных вод не могут быть источниками загрязнения водных горизонтов, используемых или намечаемых для водоснабжения [48].

Поверхностный сток с территории предприятия. Загрязняющие вещества от проектируемого объекта могут поступать в водные объекты не только через выпуски сточных вод, но и при смыве вредных веществ с территории.

Годовой объем стока дождевых вод W_D и талых вод W_T , м³/год, определяется по формуле [40]

$$W_{D(T)} = 10 H \psi F ,$$

где H – слой осадков за теплый или холодный период года, мм; ψ – коэффициент стока дождевых или талых вод; F – площадь водосбора, га (1 га = 10⁴ м²).

Объем поливомоечных сточных вод $W_{ПМ}$, м³/год, определяется по формуле

$$W_{ПМ} = 10 q n K F ,$$

где q – расход воды на мойку единицы площади твердых покрытий, $q = 1,2 \dots 1,5$ л/м²; n – количество моек в году; K – коэффициент стока поливомоечных вод, $K = 0,5$; F – площадь обрабатываемых покрытий, га.

Общий объем поверхностного стока с водосборной территории за год определяется как сумма

$$W = W_{Д} + W_{Т} + W_{ПМ}.$$

Масса загрязняющих веществ G , г/год, выносимая с территории предприятия поверхностным стоком, рассчитывается как

$$G = W_{Д} \cdot C_{Д} + W_{Т} \cdot C_{Т} + W_{ПМ} \cdot C_{ПМ} ,$$

где $C_{Д}$, $C_{Т}$ и $C_{ПМ}$ – концентрации загрязняющих веществ в дождевых, талых и поливомоечных сточных водах, г/м³ (или мг/л).

В проектах предприятий должен предусматриваться отвод загрязненного поверхностного стока с территории в специальные накопители, локальные очистные сооружения или ливневую городскую канализацию.

Для защиты поверхностных и подземных водоемов от загрязненных дренажных вод должны предусматриваться устройства пристенных и пластиковых дренажей при строительстве зданий и сооружений проектируемого объекта. Отвод дренажных вод должен планироваться на очистные сооружения или гидрографическую сеть.

4.8. Мероприятия по охране почв и растительного покрова на городских территориях

Городские почвы. Почвы в результате градостроительной и хозяйственной деятельности подвергаются деградации, отчуждению, загрязнению.

Деградация городских почв – это уничтожение плодородного слоя почвы, частичное или полное разрушение почвенного покрова, сопровождающееся ухудшением его физического и биологического состояния, снижением плодородия. При строительстве зданий, дорог, возведении коммуникаций, после воздействия на почвы различной техники – бульдозеров, экскаваторов, грейдеров – происходит частичное или полное уничтожение почвенного покрова. Измененные, особенно разрушенные почвы требуют восстановления, а иногда и воссоздания заново.

К процессам деградации относятся *эрозии почв* – разрушение почв и вынос рыхлых компонентов почвенного материала водой и ветром. *Водная эрозия* происходит под воздействием поверхностного стока, дождевых и талых вод. *Ветровая эрозия (дефляция)* представляет собой выдувание мелкозема из верхних почвенных грунтов.

Интенсивность эрозии городских почв возрастает за счет загрязнения атмосферного воздуха, выпадения кислотных дождей и кислотных рос. Процессы эрозии почв усиливаются под влиянием вибрационных полей. Подтопление городских территорий ведет к водонасыщению и переувлажнению почвенного покрова и, как следствие, к нарушению его структуры.

К процессам деградации почв относится их *переуплотнение*. Как правило, почвы города сильно переуплотнены с поверхности, в корнеобитаемом слое. Уплотнение почв приводит к уменьшению их пористости, а значит, к уменьшению влагоемкости и воздухопроницаемости почв. От величины пор зависит продвижение воды в почве, водоподъемная способность и мобильность воды. Наблюдается зависимость между плотностью почвы и водопроницаемостью. Так, водопроницаемость естественных почв на 60% выше по сравнению со средневытоптаным участком и в 4 раза выше по сравнению с сильновытоптаным. Средняя плотность городских почв составляет 1,4...1,6 г/см³. В то время как оптимальная плотность пахотного горизонта для большинства культурных растений составляет 1,0...1,2 г/см³, а граница переуплотнения горизонта и прерывание развития корней начинается с величины 1,4 г/см³ для суглинистых почв и 1,5 г/см³ для песчаных. Твердость почвы на уплотненных участках города составляет 40...45 г/см², тогда как для нормального роста трав эта величина должна быть в два раза меньше. Сильное уплотнение почвы ведет к созданию в корнеобитаемом слое условий, близких к анаэробным, особенно в период продолжительных дождей. В таких условиях затрудняется рост корней древесных и травянистых растений и нарушается процесс их естественного возобновления. В уплотненных почвах масса корней в 2,5...3 раза меньше, чем в неуплотненных. Хорошо предохраняет почву от переуплотнения лесная подстилка, а также дернина [80].

Земли отчуждаются под жилые здания, промышленные объекты, дороги. Застроенные или замощенные земли в крупных городах занимают до 70...90% городской территории. Запечатанные асфальтом, жилыми и промышленными постройками почвы практически непроницаемы для осадков и, в меньшей мере, для воздуха. Запечатанные почвы имеют измененные водный, воздушный и тепловой режимы. Для них характерны условия повышенной влажности, дефицита кислорода, меньшего градиента температуры.

Почвы, запечатанные под зданиями, без естественной аэрации переувлажняются. Это вызывает повышение влажности в подвалах и ведет к разрушению фундаментов. В результате страдает здоровье жителей нижних этажей: наблюдается повышенная влажность помещений, развитие патогенной грибковой микрофлоры, борьба с которой затруднена. Одной из мер уменьшения негативного воздействия запечатывания почвы является создание вокруг каждого здания буферной зоны.

Излишнее покрытие почвы асфальтом в лесопарках, скверах, бульварах и прочих аналогичных территориях также неблагоприятно: корни, попадающие под асфальт, гибнут в анаэробных условиях. Асфальтовое покрытие практически полностью экранирует почву от поступления кислорода с атмосферным воздухом. В почву под асфальтом дорог кислород может поступать из граничащих с ней участков. Фиксируется прямая связь между количеством кислорода в центре дороги и ее шириной. В почвах асфальтированных территорий города развиваются специфичные аэробные виды микроорганизмов. Часть почв городской территории отчуждается захламлением бытовыми и строительными отходами. При этом свалки отходов становятся источниками химического загрязнения почв, а также атмосферного воздуха и грунтовых вод.

Загрязнение почв в результате антропогенной деятельности приводит к изменению их химического состава и ухудшению качества, вызывает целый ряд негативных последствий вплоть до потери способности к биопродуктивности и самоочищению. Вредные вещества поступают в почвы городов в результате разрушения и строительства зданий, выбросов транспорта, металлургических, нефтеперерабатывающих и химических предприятий, энергетических станций, слива сточных вод, применения противогололедных химикатов.

Наиболее опасные компоненты техногенного загрязнения почв – тяжелые металлы: ртуть, свинец, кадмий, цинк, медь и др. Тяжелые металлы поступают в почву в основном из воздуха, вовлекаются в биологический круговорот, передаются по цепям питания и вызывают целый ряд негативных последствий для здоровья человека. Тяжелые металлы блокируют течение многих биохимических реакций, уменьшают скорость разложения органических веществ в почве. Только водорастворимые подвижные формы металлов способны переходить в водный раствор почвы и уходить за пределы почвенного профиля в грунтовые воды. В настоящее время для многих крупных городов составляются картосхемы загрязнения земель тяжелыми металлами.

Противогололедные соли: хлориды кальция, натрия и др., которыми посыпают тротуары и дороги зимой, попадают в почву с поверхностными стоками и дренажными водами. С присутствием этих солей связывается повышенная щелочность среды корнеобитаемого слоя городских почв. Другой причиной щелочности городских почв считают высвобождение соединений кальция из отходов строительства (бетонной крошки, цементной пыли, строительного мусора, обломков кирпича) под действием кислотных атмосферных осадков [80]. Высокая щелочность почвы может сделать ее непригодной для роста растений.

Загрязнение почв природным газом в местах его утечки из городских коммуникаций вызывает изменение газового состава почв. Это может при-

водить к усыханию деревьев и кустарников, а также вызывать активное развитие групп анаэробных микроорганизмов. Микроорганизмы участвуют в окислении природного газа, употребляя кислород и продуцируя углекислый газ. Область влияния утечки газа зависит от интенсивности последней и может иметь радиус до 20 м [80].

Почвы городских территорий подвержены загрязнению патогенными организмами, яйцами гельминтов и личинками насекомых, отдельные группы которых могут обуславливать возникновение и передачу заболеваний различной этиологии (кишечные инфекции, гельминтозы, паразитарные заболевания). Большую санитарную опасность представляют собой возбудители кишечной инфекции, попадающие в почву с фекальными массами. В фекальных осадках могут содержаться также представители патогенной микрофлоры – возбудители тифа, дизентерии, туберкулеза, полиомиелита и др. Быстрота гибели в почве разных микроорганизмов неодинакова. Некоторые болезнетворные бактерии могут длительное время сохраняться и даже размножаться в почве и грунтах. К ним относятся возбудители столбняка, газовой гангрены, сибирской язвы, ботулизма и др. микробы. Почвы способны освобождаться от бактерий. Даже при очень сильном бактериальном загрязнении самоочищение почв происходит в течение нескольких месяцев. Существенную роль в этом процессе играет тип почв и степень их загрязнения.

Загрязнение почв сопровождается распространением ее загрязнителей в других средах: воздухе и воде. Вредные вещества почвы переходят в растения.

Основная экологическая функция городских почв – очищение городской среды от загрязнения ее вредными веществами. Эта функция связана с погложительными, адсорбционными и биологическими функциями почв. Почвы эффективно изымают, преобразуют и нейтрализуют различные загрязнители. Почвы города поглощают вредные газообразные вещества, в том числе от автотранспорта, ТЭЦ, промышленных предприятий, и регулируют состав атмосферного воздуха. Прямое участие почвы в преобразовании состава воздуха определяется живущими в ней микроорганизмами, участвующими в реакциях микробиологического окисления газов.

Почва является хорошим биогеохимическим барьером для большинства токсичных соединений (тяжелых металлов, пестицидов, нефтепродуктов и др.) на пути их миграции из атмосферного воздуха города в грунтовые воды и речную сеть. Через почву поверхностные сточные воды попадают в грунтовые воды, водоемы и водотоки. При этом почва играет роль очистного фильтра. Почва является хорошим антисептиком, уничтожая патогенные микроорганизмы, разлагая органические остатки и продукты обмена живых организмов. Однако насыщение почв загрязнителями имеет

предел, в границах которого они могут функционировать. Превышение этого предела приводит к развитию патологии почв.

Одно из *основных требований к почвам города* – обеспечение оптимальных условий произрастания зеленых растений. К факторам, определяющим плодородие почв, следует отнести достаточное обеспечение их питательными веществами, значение водородного показателя, плотность почв, загрязнение тяжелыми металлами, углеводородами и другими токсичными веществами.

Показатели и оценка экологического состояния городских почв. Основными загрязняющими веществами почв являются металлы, нефтепродукты, радиоактивные вещества, удобрения и пестициды. Они попадают в организм человека главным образом через среды, контактирующие с почвой: через воздух и воду. То есть почвы являются источниками вторичного загрязнения сред и в первую очередь для городских условий, приземного слоя атмосферного воздуха. Загрязняющие вещества почвы могут переходить в организм человека по пищевым цепям (через растительные и животные продукты питания). Кроме того, загрязнение почвы понижает ее способность к самоочищению от болезнетворных и др. микроорганизмов, что создает эпидемиологическую опасность для населения города. Поэтому с гигиенических позиций загрязнение почвы химическими веществами оценивается уровнем ее возможного негативного влияния на воздух и воду, на пищевые продукты, непосредственно на человека, а также на биологическую активность почвы и процессы ее самоочищения. Основным критерием гигиенической оценки опасности загрязнения почвы вредными веществами являются их ПДК.

Оценка уровня загрязнения почв города проводится по двум показателям: коэффициенту концентрации химического вещества K_C и суммарному показателю загрязнения Z_C . Коэффициент K_C определяется как отношение реального содержания вредного вещества в почве C_i к фоновому C_ϕ :

$$K_C = C_i / C_\phi .$$

Ориентировочные фоновые концентрации тяжелых металлов в почвах различных типов для средней полосы России приведены в табл. 4.22 [43].

Суммарный показатель загрязнения Z_C равен сумме коэффициентов концентраций химических элементов:

$$Z_C = \sum_i^n K_{C_i} - (n - 1) ,$$

где n – число загрязняющих веществ.

Тяжелые металлы почвы являются индикаторами загрязнения атмосферного воздуха и другими загрязнителями. Поэтому показатель Z_C отражает дифференциацию загрязнения воздушного бассейна города как ком-

плексом тяжелых металлов, так и других распространенных ингредиентов (пыли, оксида углерода (II), оксидов азота, оксида серы (IV)). На основе изучения показателей состояния здоровья населения, проживающего на территориях с различным уровнем загрязнения почв, и сопоставления их с показателем Z_C разработана оценочная шкала градации загрязненных почв по категориям их опасности для населения.

Таблица 4.22

Фоновое содержание тяжелых металлов и мышьяка в почвах, мг/кг

Почвы	Zn	Cd	Pb	Hg	Cu	Co	Ni	As
Дерново-подзолистые песчаные и супесчаные	28	0,05	6	0,05	8	3	5	1,5
Дерново-подзолистые суглинистые и глинистые	45	0,12	15	0,10	15	10	30	2,2
Серые лесные	60	0,20	16	0,15	18	12	35	2,6
Черноземы	68	0,24	20	0,20	25	25	45	5,6
Каштановые	54	0,16	16	0,15	20	12	35	5,2
Сероземы	58	0,25	18	0,12	18	12	40	4,5

Категория загрязнения почв определяется как:

- допустимая при значении Z_C менее 16;
- умеренно опасная – при 16...32;
- опасная – при 32...128;
- чрезвычайно опасная при значении Z_C более 128.

На рис. 4.14 показана карта-схема загрязнения почв территории г. Серпухова в соответствии со значением показателя Z_C .

К дополнительным показателям экологического состояния почв селитебной территории относятся генотоксичность и показатели биологического загрязнения [43]. Генотоксичность определяется увеличением числа раз мутаций по сравнению с контрольным количеством. Биологическое загрязнение оценивается по числу патогенных микроорганизмов, коли-титру (наименьшая масса почвы в граммах, в которой содержится 1 кишечная палочка) и содержанию яиц гельминтов. Экологическое состояние почв селитебных территорий считается относительно удовлетворительным при соблюдении следующих условий:

- суммарный показатель химического загрязнения (Z_C) не более 16;
- число патогенных микроорганизмов в 1 г почвы менее 10^4 ;
- коли-титр более 1,0;
- яйца гельминтов в 1 кг почвы отсутствуют;
- генотоксичность почвы не более 2.

Мероприятия по охране почв. В соответствии с федеральным законом РФ [25]:

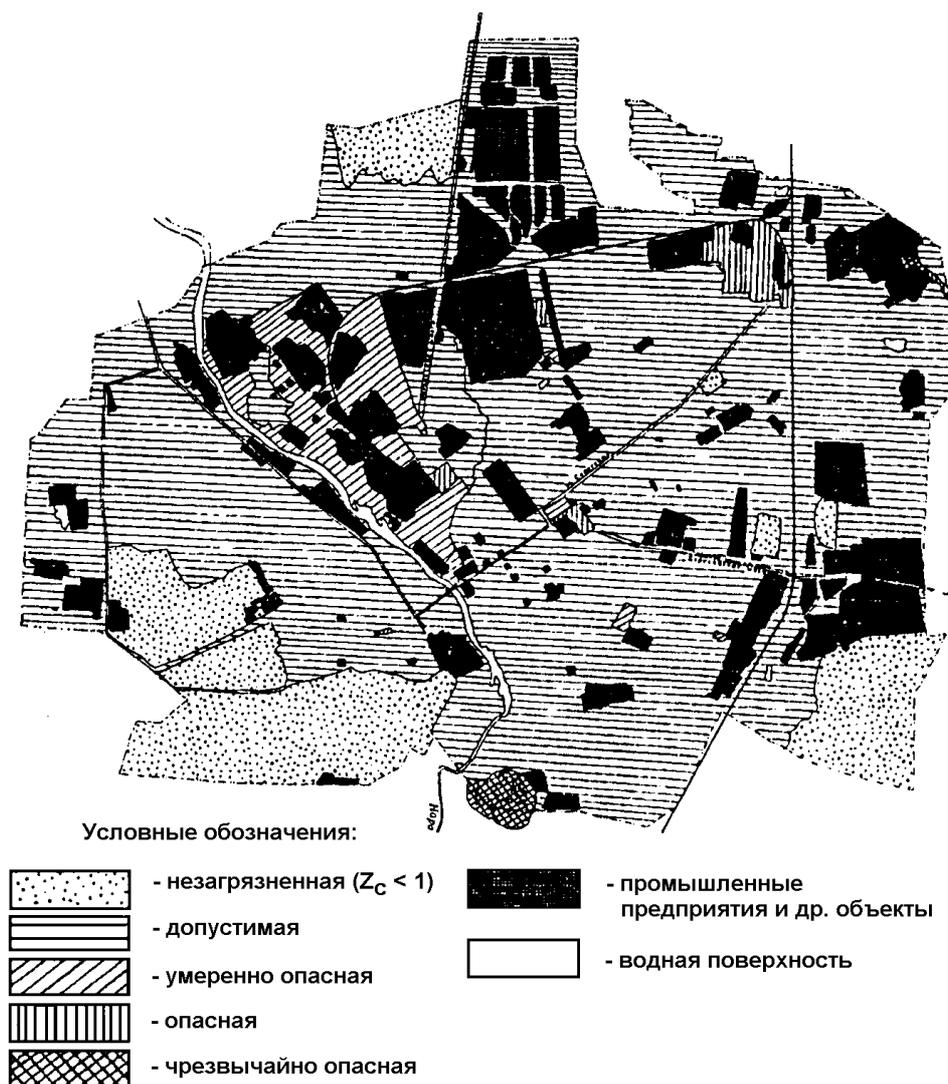


Рис. 4.14. Карта-схема загрязнения почв г. Серпухова (слой 0...10 см)

- землепользователи обязаны проводить эффективные меры по повышению плодородия почвы, осуществлять комплекс агротехнических мероприятий, не допускать заболачивания, загрязнения и зарастания земель сорняками;
- строительные и другие организации, осуществляющие промышленное или иное строительство, связанное с нарушением почвенного покрова, обязаны снимать и хранить плодородный слой почвы для использования его в зеленом строительстве, а также восстанавливать за свой счет земельные участки и зеленые насаждения, нарушенные при производстве строительных работ, немедленно после окончания строительства.

Мероприятия по охране почв включают снятие и сохранение почвенного слоя, противозерозионные мероприятия, мелиорацию загрязненных почв.

Снятие и сохранение почвенного слоя. Почвенный слой снимают при проведении всех работ, нарушающих его или снижающих его свойства (строительные работы, прокладка линий коммуникаций, добыча полезных ископаемых и др.). Снятый почвенный слой используется для землевания, или рекультивации нарушенных земель. Он может складываться во временные отвалы (кавалеры). Снятие и охрану плодородного почвенного слоя осуществляют в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.3.03-85 [81]. Оценку качества почвенного слоя с целью его дальнейшего использования проводят по ГОСТ 17.4.2.02-83 [82]. Требования к мощности снимаемого слоя почв при проведении строительных и др. работ изложены в ГОСТ 17.5.3.06-85 [83]. Если площадь застройки или земляного отвода небольшая, снятый почвенный слой используется после завершения строительства для благоустройства территории.

Противоэрозионные мероприятия включают:

- организацию стока поверхностных вод;
- создание устойчивого дернового покрова многолетних трав (или кустарников);
- применение противоэрозионных материалов и конструкций – сотовых геосинтетических материалов, биоматов, геоматов;
- насаждение полос леса и т.п.

Мелиорация загрязненных почв включает проведение мероприятий по их очистке от загрязнителей или снижению степени загрязнения. Для восстановления почв, загрязненных металлами, применяют растворы извести (выщелачивание) и фосфатов с добавками органических веществ. Метод основан на переводе растворенных форм металлов в труднорастворимые. Мероприятиями по мелиорации являются: перемешивание загрязненного верхнего слоя с незагрязненной почвой, а также снятие верхнего слоя и засыпка чистой незагрязненной почвой. Для восстановления почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, осуществляется микробиологическая очистка, обработка почв негашеной известью с поверхностно-активными веществами.

Техногенно-загрязненные территории – это территории, почвы и грунты которых могут содержать биогаз, тяжелые металлы, нефть, нефтепродукты и другие вредные вещества, могут иметь повышенный радиационный фон и быть эпидемиологически опасными.

К техногенно-загрязненным относятся *территории насыпных грунтов, способных генерировать биогаз*. В состав насыпных грунтов входит смесь строительного и промышленного мусора и бытовых отходов (участки несанкционированных свалок). Мощность насыпных грунтов достигает 2,0...2,5 м и более. При разложении «бытовой» органики в результате жизнедеятельности анаэробной микрофлоры в грунтовой толще на глубине более 2,0...2,5 м образуется биогаз. Он состоит из горючих и токсичных

компонентов. Основными составляющими соединениями биогаза являются метан CH_4 (до 40...60% объема) и диоксид углерода CO_2 . Примеси представлены тяжелыми углеводородными газами, оксидами азота NO_x , аммиаком NH_3 , оксидом углерода CO , сероводородом H_2S , водородом H_2 и др. В верхних слоях грунтовых толщ происходит аэробное окисление органики и продуктов биогазообразования. Биогаз сорбируется грунтовой массой и отложениями естественного генезиса, растворяется в грунтовых водах и верховодке, выделяется в приземную атмосферу.

При строительстве зданий на насыпных грунтах возникает опасность накопления биогаза в подпольях и инженерных коммуникациях. При этом концентрация биогаза может достигать пожаро- и взрывоопасных значений, а концентрации отдельных токсичных компонентов могут превышать значения ПДК. В газохимическом отношении грунты считаются потенциально опасными при содержании CH_4 более 0,1% и CO_2 более 0,5%; в опасных грунтах содержание CH_4 более 1,0% и CO_2 до 10%; пожаровзрывоопасные грунты содержат метана более 5%, при этом содержание CO_2 – $n \cdot 10\%$ [43]. Газохимическое районирование территории позволяет выделить в грунтовой массе зоны различной степени опасности. В опасных зонах грунты полностью удаляются с территории строительства и заменяются газогеохимическими инертными (рекультивация территории). В потенциально опасных зонах здания и инженерные сети должны быть обустроены газодренажными системами или газонепроницаемыми экранами.

К техногенно-загрязненным относятся *территории с повышенным радиационным фоном*. Основными источниками радиоактивного загрязнения окружающей среды являются ядерно-технические установки, предприятия, работающие с радионуклидами, хранилища радиоактивных отходов, следы ядерных взрывов и др. Характеристики радиоактивности радионуклидов и доз облучения людей приведены в параграфе 5.4 учебного пособия.

Радиоактивными загрязнителями являются техногенные радионуклиды. Они накапливаются в местах захоронений, санкционированных и не санкционированных свалок, аварий, газоаэрозольных выбросов, протечек. Через почвы, грунты и грунтовые воды радионуклиды мигрируют в прилегающие территории. Основное количество техногенных радионуклидов сосредоточено в верхнем 10-сантиметровом слое почвы. В легких грунтах они могут проникать на глубину до 50...100 см.

Согласно нормам радиационной безопасности НРБ-99 и рекомендации Международной комиссии по радиологической медицине, годовая эффективная доза радиоактивного облучения человека, проживающего на загрязненной территории, не должна превышать 1 мЗв/год в среднем за любой пятилетний период [84]. К территориям чрезвычайной экологической ситуации относятся территории, в пределах которых среднегодовые значения эффективной дозы облучения (сверх естественного фона) находятся в

диапазоне 5...10 мЗв/год; к зонам экологического бедствия относятся территории с эффективной дозой облучения более 10 мЗв/год.

К техногенно-загрязненным относятся *территории, загрязненные тяжелыми металлами, другими неорганическими и органическими веществами*. Легколетучие токсиканты и другие загрязнители органического происхождения (бензол, толуол, ксилол, этилбензол, хлорированные углеводороды, нефть и нефтепродукты) могут проникать в почвенные горизонты на глубину до 3...3,5 м. Оценивается загрязнение почв и грунтов химическими и биохимическими веществами.

В случае если фактические показатели техногенного загрязнения почвогрунтов (содержание биогаза, радиационный фон, концентрация загрязняющих веществ, эпидемиологические показатели) превышают максимально допустимые значения, встает вопрос о санации территории. При этом учитывается стоимость рекультивационных мероприятий, отсутствие отрицательного влияния санации, степень реального влияния техногенного загрязнения и т.п.

Рекультивация нарушенных земель включает работы по их реабилитации и оздоровлению. Чаще всего формирование почвы происходит за счет «землевания», то есть создания аккумулятивного гумусированного горизонта, снятого с окультуренных почв. Новые инженерные решения по рекультивации земель разработаны на основе создания конструкторземов – почвенно-грунтовой толщи, напоминающей природную почву. Искусственно созданные грунты и почвы мощностью 2...3 м должны состоять из серии слоев разного механического состава, например: песок – суглинок с карбонатами – супесь с верхним плодородным слоем [85]. Целью создания конструкторземов является не только улучшение экологического состояния жилых районов, но и сохранение материальной основы градостроительства – фундаментов зданий и коммуникаций. При рекультивации территорий выделяют два этапа: технический и биологический. Биологический этап включает агротехнические мероприятия (вспашка, боронование, дискование), внесение удобрений, подбор ассортимента растений, посадку древесно-кустарниковых насаждений и посев трав.

Зеленые насаждения города. Основная экологическая функция зеленых насаждений – получение первичной продукции за счет фотосинтеза. В городской экосистеме важное значение приобретают и другие функции, выполняемые зелеными насаждениями. К ним относятся улучшение качества и оздоровление воздушной среды города, благоприятное влияние на микроклимат. Кроме этого, зеленые насаждения выполняют противоэрозионные, эстетические и архитектурно-планировочные функции.

Улучшение качества воздуха зелеными растениями происходит за счет выделения ими кислорода и поглощения углекислого газа. Так, наибольшее количество кислорода выделяет тополь. Кроме того, в атмосфере над

древесно-кустарниковыми насаждениями увеличивается концентрация отрицательно заряженных ионов, которые благоприятно влияют на здоровье человека. Зеленые насаждения усиливают ассимиляцию и фильтрацию загрязнителей атмосферного воздуха. Они способны улавливать пыль, аэрозоли и вредные газы. Наилучшими пылезащитными свойствами обладают сирень и вяз, меньше пыли улавливают дуб и ель. Зеленые насаждения поглощают из воздуха тяжелые металлы. Крона хвойных деревьев адсорбирует свинец, цинк, кобальт, хром, медь, титан, молибден. Свинец поглощается тополем и кленом. Зеленые растения выделяют биологически активные вещества, подавляющие развитие патогенных агентов в атмосферном воздухе [80].

Зеленые насаждения *снижают уровень шума* за счет погашения звуковых колебаний.

Улучшение микроклимата происходит вследствие следующих процессов. Зеленые насаждения стабилизируют ветровой режим, вовлекая воздушные потоки в процессы диффузии. Озелененные территории способны повышать влажность воздуха. Поверхность листьев деревьев и кустарников, стеблей трав и цветов, испаряющих влагу, в 20 и более раз превышает площадь почвы, занимаемой этой растительностью. Зеленые насаждения уменьшают суточные и сезонные колебания влажности.

Растительный покров задерживает часть осадков и *уменьшает поверхностный сток*. Растения закрепляют сыпучие грунты, почву на склонах, тем самым *снижая уровень эрозии*.

Зеленое строительство составляет неотъемлемую часть современного градостроительства. Парки, скверы, аллеи, бульвары, защитные посадки, лесопарки, пригородные леса являются необходимыми элементами городского ландшафта, входят в планировочную структуру города.

На одного жителя г. Омска приходится 11,8 м² площади зеленых насаждений общего пользования. Зеленые территории Омска – это шесть парков общей площадью 361 га. Эстетический облик города создают также семь садов и более 400 скверов, бульваров и набережных. По итогам Всероссийского смотра-конкурса, в 1997 г Омск занял второе место по озеленению и благоустройству.

Выбор ассортимента пород деревьев и кустарников. Газовые выбросы автотранспорта и промышленных предприятий, токсичные вещества, находящиеся в самой почве, влияют на растительность города. Происходит ускоренное отмирание ветвей основной части кроны, снижение линейного прироста оси ствола и ветвей, ослабление побегообразования за счет отмирания почек и т.д. При этом состояние древесных растений в уличных посадках заметно хуже, чем в других типах городских насаждений. Наибольшее угнетение растительности происходит на перекрестках. Наблюда-

ется прямая зависимость между интенсивностью газопылевых выбросов транспортными потоками и внешним состоянием деревьев.

В городских условиях зеленые насаждения более ослаблены и в связи с этим более подвержены нападению насекомых и поражению грибными болезнями. Так, в г. Омске встречаются очаги массового размножения тополевой моль-пестрянки, поражающей листья тополя. Насаждения вяза заселяют особи ильмового струйчатого заболонника, который заражает деревья «голландской болезнью». При этом в течение одного-двух месяцев происходит усыхание ильмовых. Острая форма обычно наблюдается в засушливые годы. В отдельные годы бересклетовая паутинная моль полностью уничтожает листья на берескете. В результате, из-за поражения насекомыми и грибными болезнями, растения теряют свою декоративность, их средозащитные свойства снижаются, они часто усыхают [86].

При выборе ассортимента деревьев и кустарниковых пород для озеленения придорожных территорий, санитарно-защитных зон промышленных предприятий и др. участков территорий города с развитыми промышленными и автотранспортными функциями необходимо учитывать биологическую устойчивость растений к атмосферным загрязнениям и их средозащитные свойства. При этом нужно использовать растения, произрастающие в данной местности. Для г. Омска, который расположен в лесостепи западносибирского типа, рекомендуемый ассортимент деревьев и кустарников приведен в табл. 4.23 [40, 87].

Растения придорожных территорий, выполняющие роль шумозащитных экранов, должны иметь ветвистые кроны с густой и плотной листвой или хвоей. Высота деревьев должна быть не менее 5...8 метров. Пространство под кронами заполняется кустарником в виде подлеска с максимальной плотностью посадки. Шумозащитные полосы зеленых насаждений могут состоять из одной полосы деревьев – однорядные. Используется шахматная посадка деревьев, наиболее эффективная для шумозащиты. Ширина полосы от 10 до 20 м способствует снижению уровня звука на 4...8 дБА. Двухрядные полосы шириной от 20 до 25 м и с расстоянием между рядами 3..5 м, снижают уровень звука на 8...10 дБА. Двух- или трехрядные полосы шириной от 26 до 30 м снижают уровень звука на 10...12 дБА. Рекомендуются породы быстрорастущих деревьев и кустарников, произрастающих в данной климатической зоне и устойчивых к условиям городской среды.

В архитектурно-планировочных композициях городов растения должны обладать эстетическими качествами – иметь красивые кроны, побеги, листья, цветы, плоды.

Реконструкцию зеленых насаждений нужно проводить с учетом их возрастной структуры. Спелые и перестойные древостои из-за возрастных

изменений теряют свои биологические, средозащитные и эстетические функции.

Таблица 4.23

Ассортимент растений, рекомендуемый для создания санитарно-защитных зон и озеленения города

Порода	Жизненная форма	Средняя относительная устойчивость к газопылевым выбросам, балл	Поглощение SO ₂ одним растением, г/вегет. период	Поглощение пыли одним растением, кг/вегет. период
Клен ясенелистный	Дерево	4	30	33
Осина	Дерево	4	-	20
Тополь канадский	Дерево	3,8	180	34
Ясень обыкновенный	Дерево	3,8	170	27
Ива козья	Дерево	3,75	-	-
Тополь лавролиственный	Дерево	3,75	180	15
Черемуха обыкновенная	Дерево	3,75	-	-
Ива белая	Дерево	3,7	-	36
Ясень зеленый	Дерево	3,5	-	30
Тополь бальзамический	Дерево	3,3	180	30
Рябина обыкновенная	Дерево	3	50	5
Жимолость татарская	Кустарник	3,8	-	0,2
Шиповник	Кустарник	3,8	-	0,3
Чубушник	Кустарник	3,75	-	0,2
Лох серебристый	Кустарник	3,7	-	2
Смородина золотистая	Кустарник	3,7	-	-
Бузина красная	Кустарник	3,6	-	0,4
Смородина черная	Кустарник	3,5	-	-
Спирея Вангутта	Кустарник	3,5	-	0,4
Барбарис обыкновенный	Кустарник	3,25	-	0,3
Боярышник	Кустарник	3,1	-	0,3
Калина обыкновенная	Кустарник	3	-	-
Виноград дикий пятилисточковый	Лиана	4,1	-	0,1

При выборе ассортимента растений следует учитывать их аллергопатологические свойства. Так, на санитарно-гигиеническое состояние воздушной среды города оказывают негативное влияние женские особи тополя в период рассеивания семян. Особенно заметно это стало проявляться в последние годы в связи с ростом числа аллергических заболеваний населения.

Мероприятия по охране растительного покрова. На основании законодательства РФ все зеленые насаждения подлежат государственной охране [25]. Учреждения, предприятия и организации, которым предоставлены в пользование земельные участки, обязаны обеспечивать охрану и воспроизводство зеленых насаждений, не допускать загрязнения зеленых насаждений производственными отходами, строительным мусором, сточными водами и т.п. За самовольное уничтожение или повреждение зеленых насаждений руководители учреждений, предприятий и организаций, а также другие лица, непосредственно виновные в причинении ущерба зеленым насаждениям, привлекаются к ответственности в установленном законом порядке с взысканием с них причиненного ущерба.

На территории г. Омска действуют Технические условия на производство посадок (деревьев, кустарников, цветов), устройство газонов, уход за зелеными насаждениями и на содержание уличных зеленых насаждений. В соответствии с техническими условиями при проведении строительных работ осуществляются следующие мероприятия по защите зеленых насаждений.

- Деревья, находящиеся на территории строительной площадки, должны ограждаться сплошными щитами из досок. Для сохранения от повреждения корневой системы вокруг ограждающего треугольника устраивается настил из досок.

- При производстве замощений и асфальтировании городских проездов, площадей, дворов, тротуаров и т.п. вокруг деревьев следует оставлять свободное пространство, которое впоследствии должно быть закрыто металлической решеткой, или замощено булыжным камнем, или засеяно семенами газонных трав. Причем при замощении приствольного круга должна оставаться свободная от замощения лунка вокруг ствола дерева.

- Выкопку траншей при прокладке кабелей, канализационных труб и прочих сооружений следует проводить на определенном, нормируемом расстоянии от ствола дерева или корневой шейки кустарников.

- Прокладка подъездных путей к строящимся объектам должна производиться вне зеленых насаждений и не должна нарушать установленных ограждений деревьев.

- При производстве работ подкопом в зоне корневой системы деревьев и кустарников работы следует производить ниже расположения основных скелетных корней.

- При составлении проектов застройки, прокладки дорог, тротуаров, трамвайных линий и других сооружений на генеральные планы должны наноситься точные съемки имеющихся на участке древесно-кустарниковых насаждений с указанием их пород.

4.9. Мусороудаление в городах

Рост городов и возрастающий при этом объем хозяйственной и иной деятельности ведет к интенсивному накоплению отходов производства и потребления. Возникающие вокруг городов свалки отходов, часто плохо организованные или просто «стихийные», являются источниками загрязнения атмосферного воздуха, почвы, поверхностных и грунтовых вод.

Охрана городской среды от негативного влияния отходов является наиболее острой экологической проблемой. Первостепенной задачей в решении этой проблемы является удаление и переработка твердых бытовых отходов (ТБО) от населения. Накопление ТБО в городах и поселках городского типа РФ в 1998 г. составило 30 млн т. Прогнозируется, что к 2005 г. годовое накопление ТБО в России возрастет до 35 млн т [88]. Источниками образования ТБО в городах являются: жилые многоэтажные и индивидуальные дома, хозяйственные учреждения, магазины, предприятия общественного питания (столовые, кафе, рестораны), культурные заведения (театры, клубы, концертные залы), коммунальные службы (уборка улиц, парки, пляжи), учреждения (вузы, школы, детские сады, больницы, тюрьмы).

Нормы накопления отходов – это количество отходов, накопленное за определенный период времени (сутки, год) и отнесенное к расчетной единице (для жилого сектора – один человек, для гостиницы – одно место, для магазинов и складов – 1 м² торговой площади и т.д.). В табл. 4.24 приведены ориентировочные нормы накопления отходов для жилых зданий и объектов общественного назначения крупного города [89]. В соответствии с СНиП 2.07.01-89* норма накопления общего количества бытовых отходов по городу с учетом общественных зданий составляет 0,28...0,30 т (1,4...1,5 м³) на человека [27].

На количество накопления ТБО влияют уровень благосостояния населения, степень благоустройства жилья, культура торговли, ассортимент товаров, степень развития общественного питания и прочее. Фактическое количество ТБО, приходящееся на одного человека в год, составляет в г. Москве 0,25 т (или 1 м³), в г. Омске – 0,22 т (или 0,9 м³), в среднем по России – 0,195 т, в развитых странах – от 0,365 до 1 т [89]. Для крупных городов удельное количество отходов (т/человек в год) больше, чем для средних и малых.

Морфологический состав ТБО зависит от экономического состояния страны, времени года, климатической зоны, в которой расположен город. Ориентировочный морфологический состав ТБО городов России представлен в табл. 4.25 [88].

ТБО содержат до 30% пищевых отходов и, как следствие, имеют высокий процент влажности (35...60%). Отходы содержат до 68...80% органической (горючей, биоразлагаемой) фракции.

Нормы ежегодного накопления ТБО для объектов крупного города

Объект образования отходов	Расчетная единица	Количество накопления ТБО в год		Средняя плотность, кг/м ³
		кг	м ³	
Жилые дома благоустроенные	На 1 чел.	190...225	0,9...1,0*	190...220
Жилые дома неблагоустроенные	На 1 чел.	300...450	1,1...1,5*	300
Гостиницы	На 1 место	120	0,7	170
Детские сады, ясли	На 1 место	95	0,4	240
Учебные заведения	На 1 участок	24	0,122	200
Театр, кинотеатр	На 1 место	30	0,2	150
Учреждения	На 1 сотрудника	40	0,22	180
Продовольственный магазин	На 1м ² торговой площади	160...250	0,8...1,5	160...190
Промтоварный магазин	На 1м ² торговой площади	80...200	0,5...1,3	150...160
Рынок	На 1м ² торговой площади	100...200	0,6...1,3	160...170
Санатории, пансионаты, дома отдыха	На 1 место	250	1,0	250
Вокзалы, автовокзалы, аэропорты	На 1м ² площади	125	0,5	250
Больницы	На 1 койку	228	0,69	330
Поликлиники	На 1 посещение	30	0,156	190

Примечание. * – нормы приведены по СНиП 2.07.01-89*.

Санитарно-бактериологические свойства ТБО. При разложении ТБО выделяются гнилостные запахи и образуется фильтрат (жидкость). В среде ТБО наряду с сапрофитными развиваются патогенные микроорганизмы – возбудители гепатита, туберкулеза, дизентерии, аскаридоза, респираторных, аллергических, кожных и других заболеваний. Кроме патогенных микроорганизмов ТБО содержат яйца гельминтов (глистов). Разносчиками инфекции являются мухи, крысы, птицы, собаки и кошки. С пылью или фильтратом бактериальные загрязнители из ТБО попадают в воздух, воду и почву. Обеззараживание ТБО происходит в процессе их переработки. Анаэробные условия (отсутствие кислорода) и температура выше 60⁰С губительны для патогенной микрофлоры.

Сбор и транспортировка бытовых отходов. Согласно ст. 13 закона «Об отходах производства и потребления» территория города подлежит регулярной очистке от отходов [26].

Таблица 4.25

Морфологический состав ТБО, % по массе

Компонент	Климатическая зона		
	средняя	южная	северная
Пищевые отходы	35...45	40...49	32...39
Бумага, картон	32...35	22...30	26...35
Дерево	1...2	1...2	2...5
Черный металлолом	3...4	2...3	3...4
Цветной металлолом	0,5...1,5	0,5...1,5	0,5...1,5
Текстиль	3...5	3...5	4...6
Кости	1..2	1..2	1..2
Стекло	2...3	2...3	4...6
Кожа, резина	0,5...1	1	2...3
Камни, штукатурка	0,5...1	1	1...3
Пластмасса	3...4	3...6	3...4
Прочее	1...2	3...4	1...2
Отсев (менее 15 мм)	5...7	6...8	4...6

Сбор бытовых отходов в городах РФ производится в металлические контейнеры. Они размещаются на контейнерных площадках возле и между домами, а также под мусоропроводами в контейнерных отсеках многоэтажных домов. Тип и вместимость применяемых контейнеров зависят от количества накапливаемых отходов, типа и этажности застройки, а также от способа погрузки и вывоза ТБО. Изготовленные из металла контейнеры имеют значительную массу, невысокую коррозионную стойкость и адгезию к влажным отходам. Срок службы таких контейнеров не превышает двух лет, на их изготовление ежегодно тратится 5...7 млн т листовой стали.

В соответствии с Концепцией обращения с ТБО в РФ [88] в домах большой этажности или для групп малоэтажных домов следует устанавливать герметичные контейнеры на колесиках из оцинкованного железа, пластмасс, металла, обработанного антикоррозионным и антиадгезионным покрытием; для крупногабаритных отходов устанавливать съемные контейнеры-кузова. В малоэтажной застройке отходы следует собирать в малые пластмассовые или бумажные сборники, которые вручную или механизировано загружать в кузов мусоровоза. Для районов Севера и Крайнего Севера необходимо использовать бункерные мусоросборники. Погрузка отходов должна производиться в закрытом помещении с помощью машин со съемными контейнерами-кузовами. Вывоз ТБО в зимний период можно производить раз в трое суток.

В соответствии со ст.13 Закона порядок сбора отходов на территории города предусматривает их разделение на виды – пищевые отходы, металлические банки, текстиль, макулатура, стекло, полиэтиленовая (ПЭТ) упаковка и др. В нашей стране система отдельного сбора отходов только внедряется. Однако, в странах Западной Европы она активно используется. Само население сортирует отходы в отдельные контейнеры. В некоторых странах для этого используются специальные саморазрушающиеся мешки. В отдельных городах Японии мусор подразделяют на 32 категории [89]. Из практики обращения с ТБО в европейских странах известно, что на 10...15 тыс. жителей достаточно одного пункта комплексного приема вторичного сырья, площадью 100 м².

Транспортировка отходов осуществляется специально оборудованными автомобилями-мусоровозами, которые отличаются:

- * назначением (для вывоза отходов из жилых и общественных организаций, для вывоза крупногабаритных отходов);
- * вместимостью кузова (мини-мусоровозы вместимостью 7...10 м³, средние вместимостью 16...45 м³, большегрузные транспортные мусоровозы вместимостью более 40 м³);
- * механизмами загрузки отходов;
- * характером процесса уплотнения отходов (непрерывный, циклический);
- * системой выгрузки отходов из кузова (самосвальный или принудительный с помощью выталкивающей плиты).

Отходы вывозят в места их переработки и захоронения. В связи с ростом городов обостряется проблема вывоза отходов на дальние расстояния (более 20 км). Одним из путей сокращения транспортных расходов (и сокращения выбросов в атмосферу от мусоровозного транспорта) является переход к двухэтапной системе вывоза ТБО – использованию мусороперегрузочных станций и большегрузных транспортных мусоровозов.

В настоящее время отечественной промышленностью выпускаются 6 типоразмеров собирающих кузовных и со съемными кузовами мусоровозов на шасси: ГАЗ, ЗИЛ, КамАЗ, а также единичными сериями изготавливаются большегрузные транспортные мусоровозы на шасси КамАЗ, МАЗ полезной грузоподъемностью 15...20 т.

Технико-технологическими методами переработки отходов являются: сортировка, биотехнологический (в основном компостирование) и термический (в основном сжигание) методы, захоронение на полигонах [40, 89].

Методы сортировки используются для механизированного извлечения отдельных составляющих ТБО. Они включают магнитную, электродинамическую, аэродинамическую сепарации. *Магнитная сепарация* применяется для извлечения металлолома из черных металлов. Существуют под-

весные, шкивные и барабанные сепараторы. При взаимодействии магнитного поля с ТБО, например при движении отходов по ленте конвейера, металлолом из черных металлов извлекается магнитами, а затем снимается с них. Современные технологии позволяют извлекать из отходов до 90...95% всего черного металла.

Метод *электродинамической (электромагнитной) сепарации* используется для извлечения цветных металлов. Обычно этот вид металлолома состоит из 90% алюминия, остальное содержание представлено латунью и бронзой. Метод электродинамической (электромагнитной) сепарации основан на силовом взаимодействии магнитного поля и вихревых токов, возникающих в электропроводном материале. При этом в кусках из металлолома возникает электродвижущая сила, которая перемещает их в заданном направлении. Под транспортной лентой устанавливается многофазное индикаторное устройство, создающее бегущее электромагнитное поле. Это поле наводит на куски металлолома электродвижущую силу, вектор которой направлен перпендикулярно оси движущейся ленты с отходами. При прохождении ленты над сепаратором куски металлолома перемещаются к краю ленты и сбрасываются с нее. Из ТБО извлекается до 80% цветных металлов.

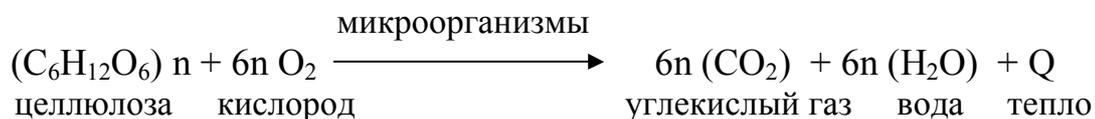
Аэродинамический способ сепарации основан на переносе отдельных компонентов отходов в потоке воздуха. При этом компоненты отходов в зависимости от их веса и размера могут переноситься при определенных скоростях воздушного потока. Их разделение при осаждении в гидроклине или на ленте конвейера основано на различии в плотности и скорости витания при свободном падении. С помощью аэросепарации выделяются макулатура, полимерная пленка и текстиль. Для удаления текстильных компонентов применяются захватывающие элементы – крючья, штыри вилкового типа.

Баллистический метод сепарации основан на различной упругости компонентов. Ленту конвейера, на которой лежат отходы, разгоняют и резко меняют направление ее движения. Материал отходов по инерции летит в первоначальном направлении и сталкивается с отражающей вертикальной стенкой, установленной под углом $35...50^{\circ}$ к плоскости движения. Ударившись о стенку, материал попадает в контейнер. Дальше всего откатываются упругие компоненты отходов. Баллистический метод используется для извлечения стекла и других включений из отходов.

Иногда при извлечении компонентов из отходов (например, стекла) используется метод гидросепарации – *флотационный метод*. Он заключается в пропускании через жидкость потока воздуха, прилипанию воздушных пузырьков к твердым телам (отдельным компонентам отходов), всплывании этих компонентов на поверхность жидкости и удалении плавающих компонентов отходов.

Вспомогательными операциями для проведения сортировки отходов служат дробление и просеивание с помощью грохотов (грохочение).

Метод переработки ТБО компостированием заключается в протекании биохимической реакции окисления органической составляющей отходов до получения углекислого газа и воды:



Продуктом переработки при аэробных условиях является компост. Его используют городские и сельские хозяйства в качестве органического удобрения и биотоплива. Выделяемая при компостировании теплота разогревает компостируемый материал до 60...75⁰С. Это губительно действует на большинство болезнетворных микроорганизмов, яиц гельминтов и личинок мух.

Переработка ТБО компостированием может проходить в промышленных и полевых условиях. На заводе процесс компостирования осуществляется в биотермическом барабане. Производительность барабана 20...30 тыс. т в год. Перед компостированием ТБО просеивают с помощью грохотов и отсортировывают электромагнитными и аэродинамическими сепараторами цветные и черные металлы, стекло, текстиль, макулатуру.

Перечислим недостатки метода компостирования ТБО. В местах разгрузки ТБО, загрузки и выгрузки барабанов, грохочения и дробления в атмосферный воздух выделяются вредные газы. Они содержат толуол, ксилол, бензол, ацетон, оксид углерода и другие токсичные вещества. Компост, чаще всего, содержит тяжелые металлы. Для размещения завода требуются значительные площади. Поэтому размещение его на территории города не всегда возможно.

К термическим методам обработки отходов следует отнести сжигание и термическую обработку ТБО без доступа воздуха – пиролиз.

Мусоросжигание при температуре около 1000⁰С проводят на мусоросжигательных заводах (МСЗ). К преимуществам метода мусоросжигания следует отнести: сокращение до 10 раз объема отходов, высокотемпературную (Т≈1000⁰С) стерилизацию продуктов сжигания, возможность использования тепла сжигания для отопительных целей, снижение загрязнения отходами воды и почвы. Недостатками метода мусоросжигания являются: трудность очистки газов выбрасываемых в атмосферу от вредных примесей, высокий (до 30% по массе) выход токсичных отходов золы и шлака, которые затем подлежат утилизации или захоронению на полигонах.

В технологических циклах некоторых МСЗ не предусмотрена предварительная сортировка мусора. Мусоросжигание без предварительной сортировки приводит к выбросам в атмосферный воздух твердых и газообраз-

ных вредных веществ. Особую опасность представляют диоксины и фураны. Они образуются при сжигании полимерных материалов и пластмасс, технических масел, растворителей и других химикатов.

Кроме диоксинов, в выбросах МСЗ содержатся такие вредные вещества как оксиды азота и углерода, хлористый и фтористый водород, оксид серы (IV), углеводороды и тяжелые металлы. Источниками загрязнения дымовых газов, а также золы и шлака МСЗ тяжелыми металлами являются батарейки, аккумуляторы, люминесцентные лампы и другие предметы, присутствующие в мусоре. Используемая на МСЗ России одноступенчатая схема очистки газов не обеспечивает достаточную степень обезвреживания выбросов. На всех МСЗ обеспечивается утилизация тепла и извлечение черного металлолома.

Термическую обработку ТБО нагреванием без доступа воздуха проводят до 500...600⁰С (низкотемпературный пиролиз) и выше 1100⁰С (высокотемпературный пиролиз). Созданы технологии и опытно-промышленные установки различной производительности. К достоинствам этого метода следует отнести использование газообразных продуктов пиролиза – пара и топливного горючего газа – как в самом процессе пиролиза, так и вне его. При этом методе выброс газообразных продуктов в атмосферу резко снижается. При пиролизе образуются продукты, которые могут найти применение в хозяйственной деятельности: газообразное топливо, твердый углеродистый остаток и смола. В качестве побочного продукта образуется подсмольная вода. Так, углеродистый остаток – пирокарбон, содержащий до 30...40% углерода, используется как заменитель низкосортных графитов, наполнитель асфальтобетонных смесей, низкосортное топливо, сорбент; смола – как топливо, компонент асфальтобетонных смесей, сырье для производства химических соединений. Подсмольная вода как антисептическое средство используется, в частности, для пропитки шпал.

Существуют три типа установки по пиролизу: горизонтальные (барбанного типа), вертикальные (шахтного типа) и смешанные. К недостаткам существующих установок относятся малая производительность, несовершенная система очистки газообразных продуктов.

В пиролизных установках перерабатывается некомпостируемая часть ТБО (резина, кожа, текстиль). Поэтому внедрение пиролизных установок способствует созданию малоотходных технологий переработки ТБО.

Метод захоронения ТБО на полигонах. Наиболее распространенными сооружениями по обезвреживанию ТБО являются *полигоны*, называемые на Западе санитарными свалками. Современные полигоны ТБО – это комплексные природоохранные сооружения, предназначенные для обезвреживания и захоронения отходов. Полигоны должны обеспечивать защиту от загрязнения отходами атмосферного воздуха, почвы, поверхностных и грунтовых вод, препятствовать распространению грызунов, насекомых и

болезнетворных микроорганизмов.

Полигоны строят по проектам в соответствии со СНиП. Схема конструктивных элементов полигона представлена на рис. 4.15. Дно полигона оборудуется противофильтрационным экраном. Он состоит из глины и других водонепроницаемых слоев (битумогрунт, латекс) и предотвращает попадание фильтрата в грунтовые воды. Фильтрат – жидкость, содержащаяся в отходах, она стекает вниз, на дно полигона, и может просачиваться через его борта. Фильтрат – минерализованная жидкость, содержащая вредные вещества. Собирается фильтрат с помощью дренажных труб и отводится в резервуар для обезвреживания. Ежедневно в конце рабочего дня отходы покрываются специальным материалом и слоями грунта, а затем уплотняются катками. После заполнения секции полигона отходы покрываются верхним перекрытием.

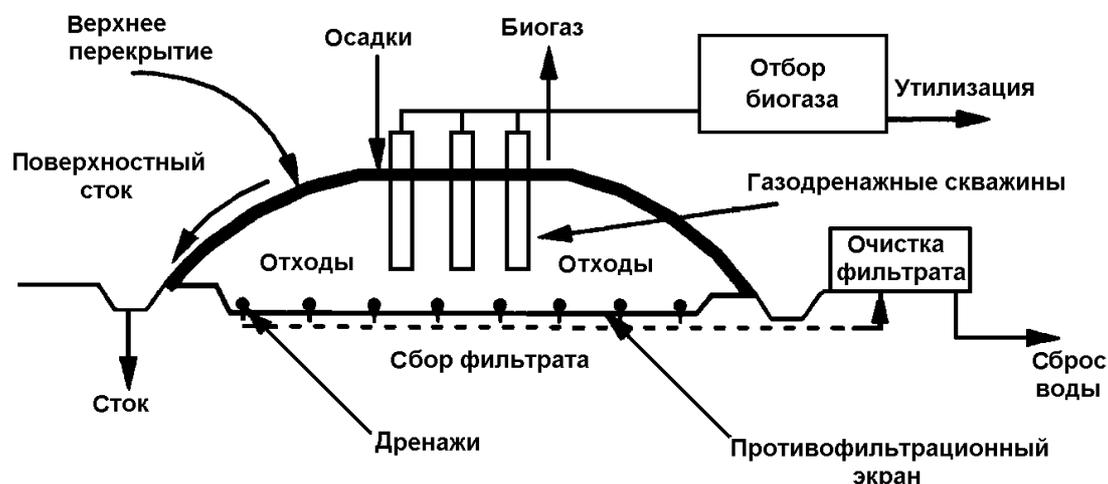


Рис. 4.15. Принципиальная схема устройства полигона ТБО

Продуктом анаэробного разложения органической составляющей отходов является биогаз, представляющий собой в основном смесь метана и углекислого газа. Система сбора биогаза состоит из нескольких рядов вертикальных колодцев или горизонтальных траншей. Последние заполнены песком или щебнем и перфорированными трубами.

Очистка фильтрата. Собираемый и отводимый дренажной системой фильтрат токсичен. Фильтрат свалок ТБО сбрасывают в канализацию для последующей совместной обработки с бытовыми сточными водами или подают на поверхность свалки по замкнутому циклу; подвергают биологической обработке (аэробной и анаэробной); подвергают физико-химической обработке (осаждению, окислению, адсорбции с применением угля, обратному осмосу и др.).

Перекачка фильтрата со свалок в канализационные сети – наиболее распространенный способ. Совместная обработка фильтрата с бытовыми сточными водами допускается только в случае, когда объем фильтрата не

превышает 5% подачи стоков на очистную установку. При больших объемах фильтрата ухудшается качество очистки сточных вод, усиливается коррозия узлов очистной установки, осадок сточных вод загрязняется тяжелыми металлами.

Широко распространена технология распределения собранного фильтрата по поверхности складываемого материала, как одна из самых дешевых и ускоряющих процессы биологического разложения органического вещества. Однако при этой технологии объем фильтрата уменьшается только за счет его испарения, а концентрация загрязняющих веществ в конечном стоке фильтрата будет более высокой.

Биологическую очистку фильтрата делят на аэробную и анаэробную. Продуктами переработки органических загрязнителей при аэробной обработке являются углекислый газ, вода и твердые биопродукты, которые возвращаются в фильтрат. При анаэробной обработке органические вещества преобразуются в биогаз и твердую фазу – ил. Основные преимущества анаэробной очистки фильтрата по сравнению с аэробной следующие: не требуется подача кислорода в обрабатываемую среду; уменьшаются затраты энергии; 85...90% органического вещества преобразуется в биогаз; образуется меньшее количество осадка; уменьшается время обеззараживания; устраняются неприятные запахи и др. Недостатки анаэробной очистки: необходимость применения повышенных температур (более 30⁰С); недостаточная степень очистки фильтрата от тяжелых металлов.

Для обработки фильтрата физико-химическими методами используются дорогостоящие оборудование и реагенты. Эти методы целесообразно применять для удаления отдельных загрязнителей, присутствующих в больших концентрациях.

Обычно для очистки фильтрата используется комплекс методов. Выбору способа очистки или комбинации способов предшествует анализ состава фильтрата, который изменяется в широком диапазоне концентраций загрязняющих веществ как по годам, так и по сезонам года.

Для исключения отрицательного влияния биогаза на окружающую среду проводят *дегазацию свалок* – сбор биогаза. Используют пассивную и активную дегазацию свалок. Пассивная осуществляется за счет избыточного давления, имеющегося в толще свалки. Этот метод применяется редко, так как недостаточно эффективен и требует высокой степени изоляции свалки. Активная дегазация осуществляется с помощью специальных устройств для добычи газа. Хорошо зарекомендовали себя системы вертикальных скважин, соединенные горизонтальными дегазационными трубопроводами. Биогаз, после его очистки от углекислого газа, используется как источник тепловой энергии.

На строительство полигона затрачивается около 3 лет, эксплуатируется полигон – заполняется отходами 15...30 лет, на закрытие полигона уходит

1...2 года. При захоронении ТБО теряются содержащиеся в них ценные компоненты. Свалки и полигоны в нашей стране занимают свыше 40 тыс. га земли. Около 50 тыс. га занимает площадь закрытых (заполненных) свалок и полигонов. Из всего количества полигонов только около 8 % отвечают санитарным требованиям [88]. Места свалок и полигонов представляют собой эпидемиологическую опасность – возникают условия распространения инфекций. Окружающая природная среда загрязняется выделениями в атмосферный воздух токсичных и взрывоопасных газов (метан, угарный газ), образованием токсичного фильтрата, проникающего в грунтовые и поверхностные воды.

Складирование отходов на полигонах остается пока основным методом их обезвреживания. В последние годы в США, Голландии, Франции, Португалии заметно растут объемы отходов, подвергаемых вторичному использованию и переработке. Если в 1989 г. в США 80% ТБО направлялось на полигоны и только 9% сжигалось, то в 1998 г. степень утилизации отходов составила уже 30%. Сложившаяся в России система обеззараживания ТБО основана на захоронении около 98 % отходов на полигонах и неорганизованных свалках, промышленными методами в РФ перерабатывается только 2% [88].

Наиболее перспективной является *промышленная технология, основанная на комбинации различных методов переработки ТБО*. Она нивелирует недостатки каждого метода, обеспечивает уменьшение отходов производства, его максимальную экологическую и экономическую целесообразность. Так, при использовании технологии «сортировка + сжигание» количество шлака снижается до 15 % исходных ТБО, а золы - до 1 %. При этом шлак может использоваться, например, для производства строительных материалов. Предварительная сортировка улучшает и ускоряет процесс компостирования органических веществ ТБО, облегчает очистку компоста от примесей, улучшает состав отходящих газов, облегчает ведение процесса термообработки.

Методы переработки ТБО выбираются конкретно для каждого города исходя из местных условий:

- * состава и свойств ТБО, их изменение по сезонам года;
- * годовой нормы накопления ТБО;
- * климатических условий;
- * потребности в органических удобрениях, энергетических ресурсах и вторичном сырье;
- * экономических факторов.

Инженерными сооружениями в системе управления ТБО являются: мусороперегрузочные станции, мусоросжигательные заводы, мусороперерабатывающие заводы, полигоны захоронения отходов.

На мусороперегрузочных станциях (МПС) отходы выгружаются из мусоровозов и загружаются в большегрузные транспортные средства для дальнейшей перевозки в места переработки или захоронения. Оборудование и конструкция МПС зависят от производительности (до 100 тыс. м³/год и более) и типа транспортных средств.

МПС оборудуется дробильными установками, устройствами для прессования в тюки, пакеты или сразу в транспортное средство. Для уплотнения отходов используются тракторы и специальные трамбовщики. В соответствии со СНиП 2.07.01-89* размеры земельных участков МПС рассчитывают из условия 0,04 га на 1000 т отходов. Размер санитарно-защитной зоны МПС составляет 100 м.

Технологическая схема мусоросжигательного завода (МСЗ) показана на рис. 4.16 [89].

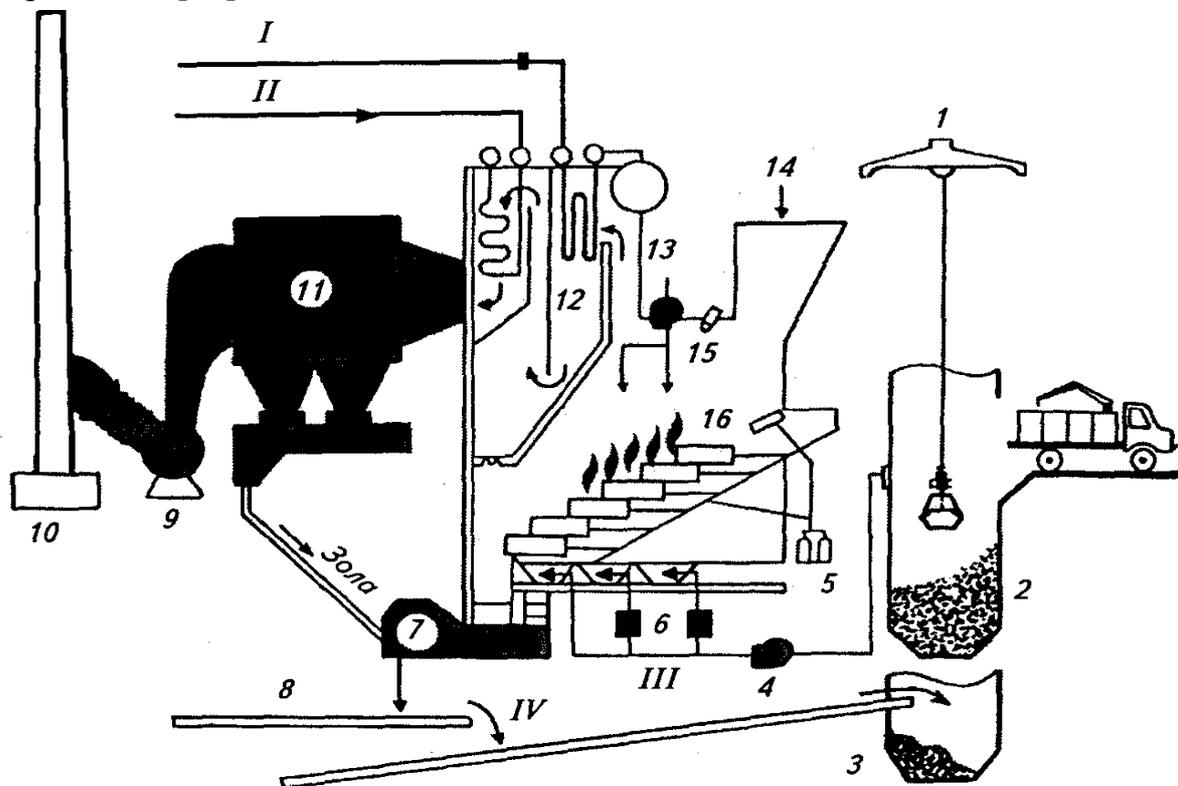


Рис. 4.16. Технологическая схема переработки отходов на мусоросжигательных заводах:

1 – мостовой грейферный кран; 2 и 3 – мусорный и шлаковый отсеки бункера-накопителя; 4 – вентилятор первичного дутьевого воздуха; 5 – станция гидропривода; 6 – паровые калориферы-воздухоподогреватели; 7 – шлакоизвлекатель; 8 – ленточные транспортеры для удаления шлака и золы; 9 – дымосос; 10 – дымовая труба; 11 – электростатический фильтр; 12 – котел-утилизатор; 13 – вентилятор вторичного воздуха; 14 – загрузочный бункер; 15 – растопочная горелка; 16 – колосниковая решетка; I – пар; II – вода; III – воздух; IV – шлак

Отходы из загрузочного устройства поступают на колосниковую решетку трехметровой ширины и наклоненную под углом 26°. Решетка пред-

ставляет собой систему чередующихся подвижных и неподвижных колосников. Подвижные колосники совершают обратнопоступательные движения. Толщина слоя ТБО на решетке более 1 м. При каждом ходе колосников под слой поступающих сверху отходов вводится слой горящих отходов. Поступающие отходы перемешиваются и возгораются. Через решетку в слой движущихся отходов поступает воздух и в нижнем слое поддерживается автоматический процесс горения.

В топке размещен котел-утилизатор, который вырабатывает пар, используемый для отопления или технологических нужд. Образующиеся при горении ТБО дымовые газы поступают в систему очистных фильтров, после чего при помощи дымососа выбрасываются в дымовую трубу. Шлак, образуемый при сжигании отходов, удаляется скребками в гасильную ванну и по транспортеру продается в молотковую дробилку. Из шлака электромагнитной сепарацией извлекается металл. В России эксплуатируется 4 мусоросжигательных завода (табл. 4.26) [88].

Таблица 4.26

Технико-эксплуатационные показатели мусоросжигательных заводов

Показатель	Местонахождение мусоросжигательного завода			
	Москва, №	Москва, № 3	Пятигорск	Мурманск
Год пуска в эксплуатацию	1975	1983	1985	1986
Мощность по приему ТБО, тыс. м ³ /год (тыс. т/год)	370 (75)	1500 (300)	750 (150)	600 (120)
Изготовитель технологического оборудования	Франция	Дания	Чехия	Чехия
Количество вырабатываемого тепла, ГДж/год	335	1090	330	830
Число агрегатов, шт.	2	4	3	2
Производительность агрегата по ТБО, т/ч	8,3	12,5	15	15
Тип колосниковой решетки	Обратнопере­талки­вающая	Наклонно­переталки­вающая с до­жигательным барабаном	Валковая	Валковая
Занимаемая площадь, га	2,1	3,5	5,1	3,7

Принципиальная технологическая схема *мусороперерабатывающего завода* (МПЗ) показана на рис. 4. 17 [40]. Отходы из приемного бункера поступают на барабанные грохоты. Они имеют диаметр 2 м и более, длину около 4...5 м и отверстия в цилиндрической поверхности барабана. В грохотах кроме отсева происходит дробление материала. После сепарации на

грохотах удаляется крупная фракция размером более 400 мм. Это некомпостируемые компоненты отходов: лом из дерева, картона, пластмассы, а также текстиль, ветки и металлолом. Они проходят сепаратор металла и удаляются на полигоны или МСЗ. На этом этапе электромагнитами удаляется 50...60% всего металла, содержащегося в отходах.

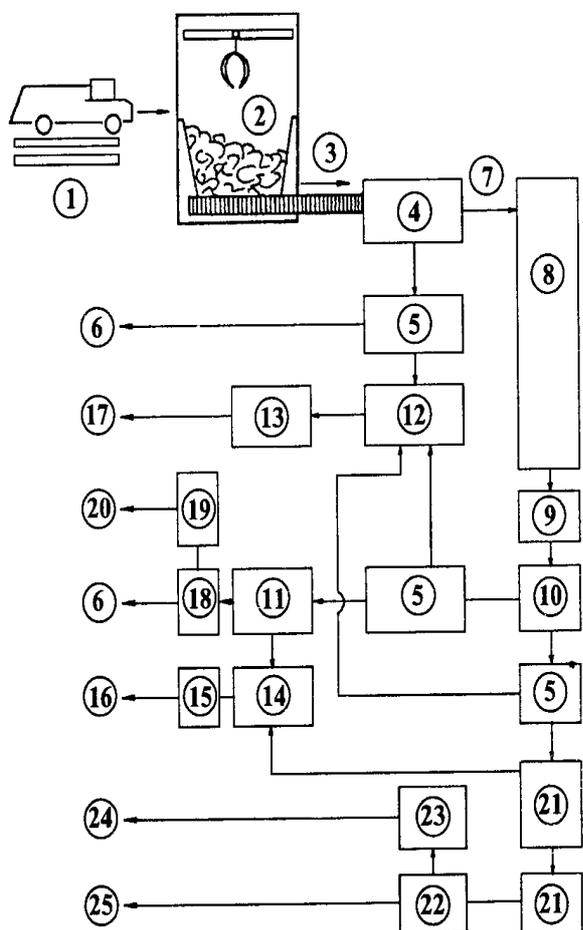


Рис. 4.17. Технологическая схема переработки отходов на мусороперерабатывающем заводе:

1 – взвешивание мусоровозов; 2 – приемное отделение; 3 – пластинчатый питатель; 4 – сепаратор крупных (>400 мм) фракций ТБО; 5 – сепаратор черных металлов; 6 – удаление крупных фракций на МСЗ или полигон ТБО; 7 – подача фракций ТБО мельче 400 мм на биобарабаны; 8 – биобарабаны; 9 – сушка компоста; 10 – сепаратор балласта; 11 – сепаратор цветных металлов; 12 – бункер для черных металлов; 13 – пресс для брикетирования черных металлов; 14 – бункер для цветных металлов; 15 – пресс для брикетирования цветных металлов; 16 – Вторцветмет; 17 – Вторчермет; 18 – сепаратор стекла; 19 – бункер стекла; 20 – стекольный завод; 21 – дробилки; 22 – сепаратор дробленой пленки; 23 – бункер дробленой пленки; 24 – завод пластмасс; 25 – штабели дозревания компоста

Более мелкая фракция отходов подается в биотермический барабан (диаметр ≥ 4 м, длина 40...60 м), в котором в течение 2...3 дней происходит компостирование отходов. Ускоренный биотермический процесс протекает при вращении барабана не менее 1000 оборотов в сутки, вдувании воздуха до $0,8 \text{ м}^3$ на 1 кг ТБО, поддержании влажности ТБО в пределах 45...60%. Тепло, выделяемое в процессе биохимических реакций, оказывает губительное действие на патогенные микроорганизмы. Выдержка отходов при температуре $60...75 \text{ }^\circ\text{C}$ не менее 12 часов обеззараживает их. После прохождения ТБО через биобарабаны происходит измельчение (фракции менее 20 мм составляют 60...70%) и уплотнение (с $160...230 \text{ кг/м}^3$ до 700 кг/м^3) отходов.

Из обеззараженного полупродукта компоста извлекается балласт – некомпостируемые включения. Для этого применяются баллистический и аэродинамический методы. От компоста отделяются металл, стекло, поли-

мерная пленка. Металл отправляется на пункты приема металлолома, стекло – на стекольный завод, полимерная пленка – на завод пластмасс. Процесс компостирования завершается за пределами МПЗ, на площадках компостирования, где полупродукт компоста выдерживается до 1...1,5 лет. В компост превращается более 50% ТБО. В России эксплуатируется 4 мусороперерабатывающих завода (табл. 4.27) [88].

Таблица 4.27

Технико-эксплуатационные показатели мусороперерабатывающих заводов

Показатель	Мусороперерабатывающие заводы в городах			
	С-П., № 1	Нижний Новгород	С-П., № 2	Тольятти
Год пуска в эксплуатацию	1971	1987	1994	1998
Мощность по приему ТБО, тыс. м ³ /год (тыс. т/год)	1000 (200)	200 (40)	600 (120)	300 (67)
Изготовитель основного технологического оборудования	Россия, Украина	Россия, Украина	Россия, Украина	Россия, Украина
Выход компоста и биотоплива, тыс. т/год	140	22	70	41
Выход черного металлолома, т/год	4500	600	2500	1400
Число биобарабанов, шт.	6	2	4	2
Тип биобарабана	4x60	4x36	4x60	4x60
Занимаемая площадь, га	8	5,7	6	5

Полигоны для захоронения ТБО размещаются на территории с учетом требований СНиП 2.07.01-89* [27]. Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов ТБО определены СанПиН 2.1.7.1038-01 [90].

Размеры земельных участков, отводимых под полигон, рассчитываются из условия 0,02...0,05 га на 1000 т ТБО. Теоретическая вместимость полигона на расчетный срок эксплуатации (15...30 лет) определяется по формуле [89]

$$V_{II} = (U_1 + U_2) (H_1 + H_2) T / 4K_1 K_2 \rho_{ТБО},$$

где U_1, U_2 – удельные годовые нормы накопления отходов в первый и последний годы эксплуатации полигона, т/чел.; H_1, H_2 – численность населения, обслуживаемого полигоном, на первый и последний годы эксплуатации, чел.; T – расчетный срок эксплуатации полигона, годы; K_1 – коэффициент уплотнения ТБО, равный отношению плотности ТБО после уплотнения к плотности ТБО, доставляемых мусоровозами на полигон (зависит от массы грунтоуплотняющей машины и толщины изолирующего слоя); K_2 – коэффициент, учитывающий увеличение объема полигона за счет уст-

ройства наружных и внутренних изолирующих слоев (зависит от изолирующего материала – грунта, забираемого из основания полигона, или привозного); $\rho_{ТБО}$ – плотность отходов после уплотнения, т/м³ ($\rho_{ТБО} = 0,6 \dots 0,8$ т/м³).

Нормы накопления отходов изменяются во времени. Увеличение норм составляет около 3% в год. Демографические изменения происходят за счет рождаемости, смертности и миграции населения.

Нормируемый размер санитарно-защитной зоны полигона составляет 500 м. Создание полигонов и СЗЗ вокруг них требует отчуждения больших земельных площадей (40...200 га). Полигоны нельзя размещать ближе 15 км от аэропортов. Не допускается размещение полигонов на территории 1-го и 2-го поясов ЗСО водоисточников, в местах массового отдыха населения и оздоровительных учреждений.

При выборе участка для размещения полигона учитывают гидрологические условия местности. Грунтовые воды на участке полигона должны залегать на глубине более 2 м. Нельзя использовать под полигоны болота, затопляемые территории, районы геологических разломов. Предпочтение отдается участкам залегания водоупорных пород – глин, суглинков.

Конструкционные решения по строительству полигонов зависят от рельефа местности. Существуют высотные, траншейные, овражные и карьерные типы полигонов. На плоских участках организуются полигоны высотного и траншейного типа [40].

Полигон высотного типа образуется путем обваловывания плоского участка. Высота и ширина верхней площадки дамбы должна обеспечивать безопасный проезд мусоровозов и работу техники (катков, бульдозеров), уплотняющих отходы и грунт. *Полигоны траншейного типа* создаются путем прокладки траншей глубиной 3...6 м и шириной 10...12 м. Выкопанный грунт используется для засыпки полигона по мере его заполнения ТБО.

Под *полигоны овражного типа* отводят овраги и отработанные карьеры глин. Углубление дна оврага и срезку грунта с откосов проектируют с учетом объема изолирующего материала, размещаемого в полигоне. Складирование отходов начинается с верховья оврага. В конце каждого участка, заполненного отходами, сооружаются земельные плотины. Складирование отходов на *полигонах карьерного типа* осуществляется до уровня бровки карьера или с превышением этого уровня за счет создания дамб обваловывания.

Схема размещения основных сооружений полигона приведена на рис. 4.18. В проекте полигона площадка разбивается на очереди строительства и пусковые комплексы, составляется технологическая схема заполнения полигона по сезонам года. В проекте организации работ проводится расчет

потребности в технике, обслуживающем персонале, объеме грунта; описывается технология рекультивации полигона.

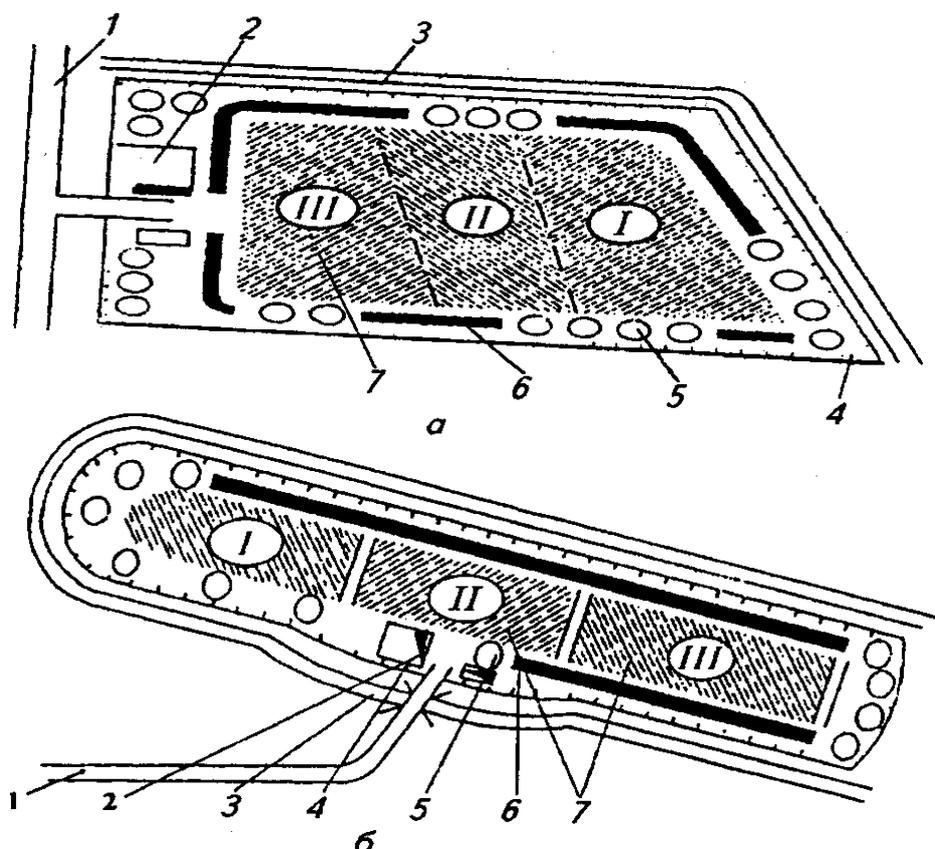


Рис. 4.18. Схема размещения основных сооружений полигона:
 а – при соотношении длины и ширины полигона 2:1; б – при соотношении более 3:1; 1 – подъездная автодорога; 2 – хозяйственная зона; 3 – нагорный канал; 4 – ограждение; 5 – зеленая зона; 6 – кавальер минерального грунта для изоляции слоев ТБО; 7 – участки складирования отходов; I, II, III – очереди эксплуатации

Архитектурно-строительный раздел проекта включает генеральный план, вертикальную планировку, дороги, здания, помещения, ограждения. Гидротехнический раздел проекта включает расчет устойчивости откосов, плотин, дамб, противофильтрационных экранов, систему очистки сбрасываемых вод и откачки фильтрата. Санитарно-технический раздел включает организацию санитарно-защитной зоны, водопровода, канализации, установок для мойки машин. В этом разделе приводятся мероприятия по борьбе с крысами, очистке фильтрата, утилизации биогаза и т.п.

Проектом предусматривается электроснабжение и освещение полигона, а также средства связи.

По всему периметру полигона на территории СЗЗ организуется полоса лесонасаждений не менее 20 м шириной. Для полигона ТБО разрабатывается специальный проект мониторинга, который предусматривает кон-

троль за состоянием подземных и поверхностных водных объектов, атмосферного воздуха, почв, уровней шума в зоне возможного неблагоприятного влияния полигона.

После окончания эксплуатации полигонов их покрывают слоем грунта толщиной не менее 0,6 или 1,5 м, в зависимости от планируемого использования полигона. Обслуживание полигона после его закрытия и мониторинг окружающей среды должны проводиться в течение 30 лет и более. После закрытия полигона нарушенная территория может быть использована для создания лесопаркового комплекса, устройства открытых складов строительных материалов и тары непищевого назначения. Капитальное строительство на участках захоронения ТБО запрещено из-за выделения ядовитых и взрывоопасных газов в течение длительного времени – до 30 и более лет. В последующие, после закрытия полигона, годы возможна осадка грунта.

Система обращения с ТБО в крупных городах должна включать централизованный сбор и транспортировку отходов, функционирование предприятий по обеззараживанию и переработке отходов, захоронение на полигонах. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» определяет правовые основы обращения с отходами в целях предотвращения вредного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду, а также вовлечение отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья. Политика России в сфере управления отходами ориентирована на снижение количества образующихся отходов и на развитие методов их максимального использования. Основными задачами управления отходами в России являются:

- * использование селективного сбора ТБО с целью получения вторичных ресурсов, сокращения объема обезвреживаемых отходов, удаления опасных для сжигания или компостирования компонентов;
- * оптимальная эксплуатация полигонов ТБО с последующей рекультивацией территории после их закрытия;
- * строительство высокомеханизированных комплексных мусороперерабатывающих предприятий.

Одним из основных показателей, определяющих эффективность системы обращения с отходами, является степень их утилизации. Разработанные методы сортировки и переработки ТБО позволяют выделить ценные компоненты отходов и превратить основную массу отходов в органическое удобрение, тепловую энергию, строительные материалы. На современном уровне технологий может быть практически утилизировано до 70 % ТБО [88].

Организация санитарной очистки городов от ТБО, применяемые технические средства и формы обслуживания определяются:

- * численностью и плотностью городского населения;

* уровнем благоустройства жилищного фонда (наличие канализации, централизованного отопления и теплоснабжения, этажность и наличие мусоропровода);

- * климатическими и др. природными условиями;
- * архитектурно-планировочной композицией города;
- * состоянием и перспективой развития жилой застройки;
- * экономическими возможностями.

Численность населения города является одним из основных факторов, определяющих объем работ по сбору и удалению ТБО, а также выбор оптимального варианта их обезвреживания. Для крупных городов в большей степени подходит система управления ТБО, основанная на комплексной переработке отходов (рис. 4.19). Для городов с населением около 100...200 тыс. жителей целесообразна разработка упрощенных технологий обезвреживания и утилизации ТБО.

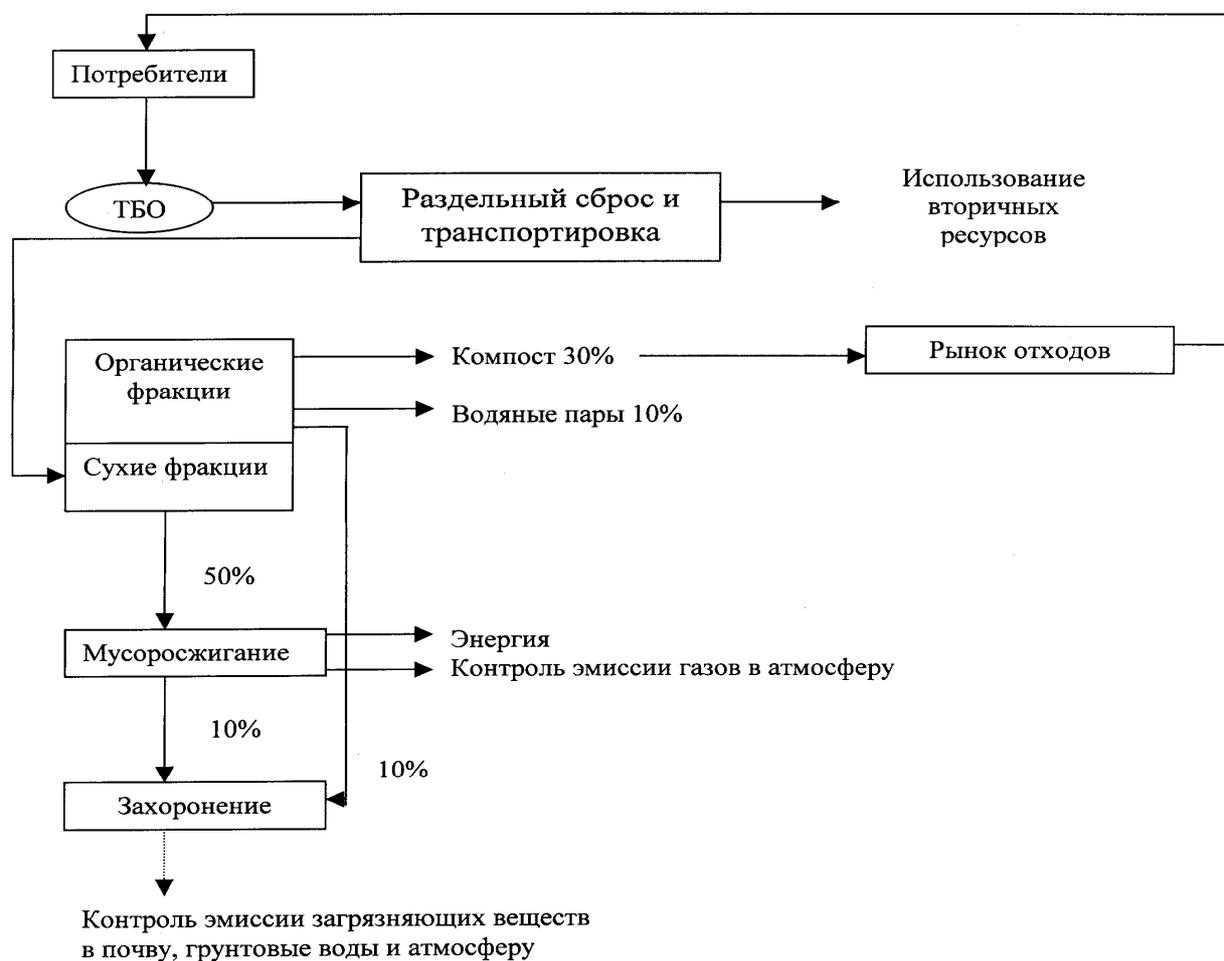


Рис. 4.19. Схема переработки ТБО, используемая в Нидерландах

Климатическими условиями определяются организация сбора ТБО, выбор методов их обезвреживания, особые требования к эксплуатации технических средств (контейнеров, спецтранспорта), к срокам удаления

ТБО и т.п. От архитектурно-планировочной композиции города зависит протяженность маршрутов по удалению отходов, размещение ремонтных баз, стоянок спецавтотранспорта, мусороперегрузочных станций, предприятий по обеззараживанию ТБО и др. служб санитарной очистки города.

Система организации управления ТБО представлена в *схеме санитарной очистки города*. Она разрабатывается и уточняется в среднем 1 раз в 5 лет. Ее утверждают областная и городская администрации. При разработке схемы санитарной очистки необходимо учитывать: темпы роста ТБО, изменение их морфологического состава, нормативно-правовую базу в области управления отходами, современные технологии по утилизации отходов, увеличение стоимости мероприятий по переработке и захоронению ТБО. Составные части схемы санитарной очистки города:

- нормативно-правовая документация по управлению ТБО федерального, регионального и муниципального уровня;
- схема организации управления ТБО в городе, которая определяет функции каждой организации, задействованной в системе управления ТБО, ее место и взаимоподчиненность (рис. 4.20) [89];



Рис. 4.20. Схема организации управления отходами в г. Москве

- техническая схема управления ТБО, которая включает выбор места размещения объектов санитарной очистки, разработку природоохранных мероприятий, график движения транспорта;

- смета расходов включает калькуляцию расходов, указываются источники финансирования.

В технико-экономическом обосновании санитарной очистки города определяются объемы всех видов санитарной очистки и уборки городских территорий, методы и системы сбора, удаления и обезвреживания отходов; приводятся расчеты необходимого количества инженерных сооружений, машин и оборудования.

Организация управления ТБО в г. Омске показана на рис. 4.21 [91].



Рис. 4.21. Схема управления ТБО в г. Омске

В городе ежегодно образуется более 1 млн м³ ТБО. Плановой очисткой от ТБО охвачено около 55% населения города. Санитарная очистка от ТБО на территории индивидуальных домовладельцев ведется нерегулярно. ТБО складываются на 20 санкционированных и еще 40 несанкционированных свалках, расположенных в черте города.

В 2000 г. положительное заключение государственной экологической экспертизы получила «Схема санитарной очистки г. Омска от ТБО». Схема предусматривает организацию раздельного сбора отходов, комплексную переработку ценных компонентов, компостирование и термическое обезвреживание отдельных фракций ТБО, рекультивацию свалок [91].

Контрольные вопросы

1. Классификация загрязнителей и источников загрязнения городской среды.
2. Система организации экологического контроля городской среды. Роль мониторинга в осуществлении экологического контроля.
3. Принцип расчета экономической оценки ущерба от загрязнения городской среды. Оценка ущерба и его возмещения от загрязнения воздушной среды города.
4. Какие отличительные признаки лежат в основе классификации мероприятий по охране городской среды?
5. Какими показателями оценивается состояние воздушной среды города? Какие экологические требования предъявляются к ее качеству?
6. Какими градостроительными мероприятиями осуществляется охрана воздушной среды от стационарных и подвижных источников загрязнения?
7. Какие теоретические положения лежат в основе установления нормативов ПДВ и размеров санитарно-защитных зон предприятий?
8. Уровни воздействий каких физических факторов на окружающую среду города нормируются?
9. Какие показатели используются для оценки качества и состояния природных вод поверхностных источников? Основные теоретические положения по установлению нормативов ПДС.
10. Преимущества использования подземных вод для водоснабжения города питьевой водой. Охрана подземных вод.
11. Какие основные методы очистки и обеззараживания воды применяются в системах водоподготовки и водоочистки производственных и городских сточных вод?
12. Характеристики зон санитарной охраны подземных и поверхностных водоисточников.
13. Какими показателями оценивается состояние городских почв?

14. Какими мероприятиями по охране почв сопровождается градостроительная деятельность? Какие этапы включает рекультивация нарушенных земель?

15. Какие экологические функции выполняют зеленые насаждения города? Принципы выбора ассортимента пород деревьев и кустарников для озеленения города.

16. Какими показателями характеризуются ТБО? Основные методы и инженерные сооружения по переработке отходов.

17. Система организации управления ТБО в городе. Пример схемы управления ТБО.

Глава 5

ОХРАНА СРЕДЫ ЗДАНИЙ

5.1. Мероприятия по оптимизации микроклимата среды зданий

Городской житель подавляющую часть своей жизни проводит в помещениях зданий. В зависимости от образа жизни и условий трудовой деятельности он находится там от 52 до 85% суточного времени. Поэтому внутренняя среда оказывает влияние на его самочувствие, работоспособность, а также общую заболеваемость.

Качество среды помещений жилых и общественных зданий зависит от совокупности внутренних и внешних факторов. Внутренние факторы воздействия на человека обусловлены источниками, находящимися внутри здания. Внешние – источниками, расположенными за пределами здания. Выделяют воздействие материальных загрязнителей (химических и биологических веществ), а также энергетических загрязнителей (шума, вибрации, ЭМП). Исходя из критерия охраны здоровья, первостепенными будут являться факторы, определяющие микроклимат и качество воздуха в квартире, доме, офисе, больнице, школе.

Метеорологические параметры микроклимата помещений. Микроклимат внутренней среды определяется сочетанием метеорологических условий, инсоляции и естественного освещения помещений. В основе оценки микроклимата помещения лежит физиолого-гигиенический подход. Метеорологические условия помещений определяются температурой воздуха, результирующей температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха. *Результирующая температура* – это комплексный показатель радиационной температуры и температуры воздуха помещения. *Радиационная температура* – это осредненная по площади температура внутренних поверхностей ограждений помещения и отопительных приборов. Оптимальные и допустимые метеорологические параметры микроклимата помещений жилых и общественных зданий определены СанПиН 2.1.2.1002-00 и ГОСТ 30494-96 [73, 92] (табл. 5.1).

Оптимальные метеорологические условия помещений обеспечиваются системами отопления и вентиляции. При этом распределение воздушных и тепловых потоков по объему внутреннего пространства определяется:

- месторасположением обогревательных приборов и вытяжных отверстий каналов естественной вентиляции;
- циркуляцией воздуха с помощью принудительной вентиляции;
- архитектурно-планировочными решениями, способствующими естественной конвекции воздуха (определенная форма здания, соответствующая организация внутреннего пространства).

Таблица 5.1

**Оптимальные и допустимые нормируемые параметры
микроклимата помещений жилых зданий и общежитий**

Период года	Помещение	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с, не более	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая, не более	оптимальная	допустимая
Холодный	Жилая комната	20...22	18...24 (20...24)*	19...20	17...23 (19...23)	45...30	60	0,15	0,2
	То же, в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31 °С и ниже	21...23	20...24 (22...24)	20...22	19...23 (21...23)	45...30	60	0,15	0,2
	Кухня	19...21	18...26	18...20	17...25	НН**	НН	0,5	0,2
	Туалет	19...21	18...26	18...20	17...25	НН	НН	0,5	0,2
	Ванна, совмещенный санузел	24...26	18...26	23...27	17...26	НН	НН	0,15	0,2
	Помещения для отдыха и учебных занятий	20...22	18...24	19...21	17...23	45...30	60	0,15	0,2
	Межквартирный коридор	18...20	16...22	17...19	15...21	45...30	60	0,15	0,2
	Вестибюль, лестничная клетка Кладовые	16...18 16...18	14...20 12...22	15...17 15...17	13...19 11...21	НН НН	НН НН	0,2 НН	0,3 НН
Теплый	Жилая комната	22...25	20...28	22...24	18...27	60...30	65	0,2	0,3

Примечание. * – относится к домам для престарелых и инвалидов; ** – не нормируется.

Соблюдение нормируемых микроклиматических параметров обеспечивается энергоэффективностью (теплоэффективностью) здания, т.е. его теплозащитой и теплопотреблением. В свою очередь нормативы по теплопотреблению и теплозащите определяют энергосбережение в здании.

На стадии проектирования *теплоэффективность здания обеспечивается комплексом мероприятий*: архитектурных и объемно-планировочных, конструктивных и инженерно-технических [46]. На *градостроительном* уровне учитываются природно-климатические условия региона, особенности местных микроклиматических условий. В Сибири микроклимат обеспечивается компактностью застройки, замкнутыми объемно-пространственными композициями групп домов (рис. 3.7).

Архитектурные и объемно-планировочные мероприятия определяются ориентацией дома относительно сторон света, наличием затеняющих деревьев и сооружений. В холодном климате должна быть использована возможность нагрева помещений солнцем. Кроме того, они должны быть защищены от охлаждения потоками преобладающих ветров. Например, для северных условий наиболее целесообразна планировка квартир с односторонней ориентацией. Это позволит снизить теплопотери в здании, обусловленные инфильтрацией холодного воздуха через окна и неплотности наружных ограждений. В жарком климате, наоборот, помещения должны быть защищены от солнца. Здесь используется охлаждающий эффект, обеспечиваемый методами планировки жилого пространства.

Теплоэффективность здания обеспечивается его малорасчлененной, компактной формой, обтекаемой ветровым потоком. Эффективная в архитектурном аспекте расчлененная форма здания может иметь большую площадь поверхности, охлаждаемую снаружи зимой и нагреваемую летом, повышая тем самым энергозатраты на отопление либо охлаждение здания.

К объемно-планировочным мероприятиям, позволяющим экономить тепло в домах, относится использование домов с широким корпусом. Так, при увеличении ширины здания с 12 до 18 м может быть достигнуто снижение удельного расхода тепла на 18% [93]. Планировочные приемы увеличения ширины корпуса имеют разные решения. Например, глубина корпуса увеличивается за счет планирования угловой секции с диагональным расположением лестнично-лифтового узла, или за счет расположения в середине корпуса здания внеквартирных и внутриквартирных коммуникаций и санузлов (рис. 5.1), или за счет организации квартир, имеющих кухни со вторым светом. Однако последнее решение создает необходимость применения электроплит и предъявляет повышенные требования к устройству вентиляции кухонь.

К *конструктивным мероприятиям относятся*: повышение теплозащитных свойств (или повышение сопротивления теплопередаче) внешних ограждений помещения – стен, крыш, цокольных перекрытий, а также

применение окон с трех- или четырехрядным остеклением. В настоящее время интенсивно развиваются технологии производства стеклопакетов с повышенной герметизацией [94]. Модификация стеклопакетов определяется особенностями конструктивных решений и выполнения монтажных узлов, использованием различных видов стекол, их взаимным расположением в пакете. Так, применяются энергосберегающие стекла с оптическим покрытием, обеспечивающим снижение потерь выходящего через окно тепла. Конструктивные решения оконных стекол обеспечивают контролируемую вентиляцию: внутрипрофильная вентиляция с поступлением дозированного количества свежего воздуха, вентиляция через вырезанные фрагменты уплотнений, вентиляция за счет установки в нижней части створки саморегулирующейся вентиляционной заслонки, реагирующей на напор ветра.

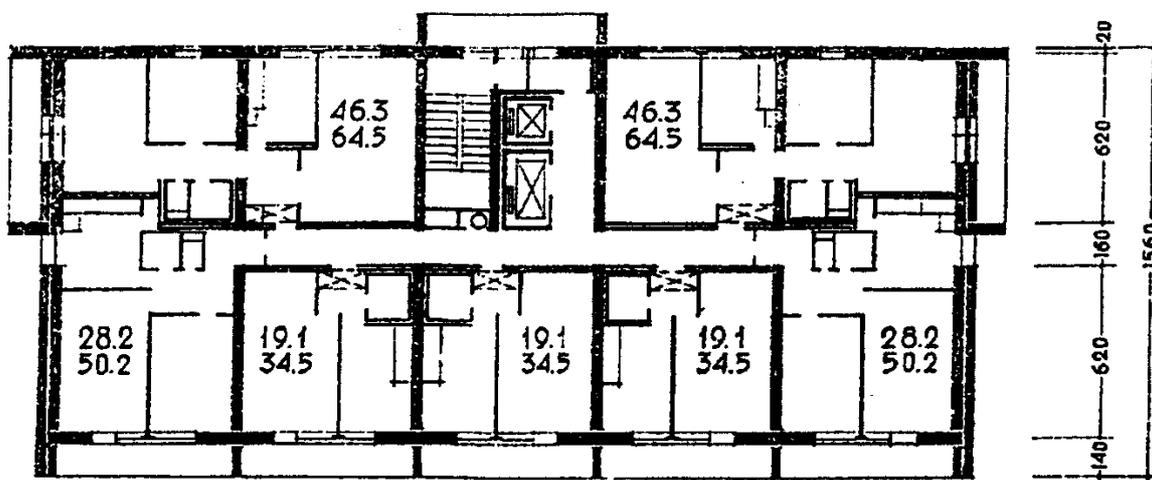


Рис. 5.1. Увеличение ширины корпуса за счет размещения санузлов и коммуникаций в середине здания

Инженерно-техническими мероприятиями является оснащение зданий системами отопления с автоматическим терморегулированием, приточной вентиляцией с подогревом воздуха в зимнее время, электроподогрев пола комнат. Энергоэффективность зданий повышают с помощью устройств по пассивному использованию солнечной энергии, систем утилизации тепла вытяжного воздуха и т.п. Применяют приборы по учету и регулированию энергии.

Кондиционирование воздуха создает и поддерживает искусственный климат в закрытых помещениях с заданными параметрами воздушной среды по температуре, влажности, чистоте, составу, скорости движения и давлению воздуха. Современные автоматизированные кондиционерные установки очищают воздух, подогревают или охлаждают его, увлажняют или высушивают, подвергают ионизации или озонированию и подают воздух в помещение с определенной скоростью. Основные элементы системы кон-

диционирования – калориферы, фильтры, холодильные установки, увлажнители, терморегуляторы и другие приборы. Установки для кондиционирования воздуха подразделяют на местные (для отдельных помещений) и центральные (для всех помещений здания). Кондиционирование воздуха применяют в жилых и общественных зданиях, лечебных учреждениях и торговых предприятиях.

Отношение к кондиционерам неоднозначно. Вместе с их положительной ролью в поддержании оптимального микроклимата помещений, отмечается их отрицательное влияние на самочувствие людей. Это связано с производством и подачей кондиционерами «мертвого» воздуха, т.е. воздуха с нарушенным ионным и озоновым составом (концентрация легких ионов в воздухе должна составлять 1000...3000 ион./см³). Кроме того, в кондиционерах скапливаются загрязнители воздуха, колонии микроорганизмов. Токсины и микроорганизмы вместе с потоком воздуха выбрасываются в помещение. В некоторых видах кондиционеров могут создаваться благоприятные условия для развития патогенных микроорганизмов. Известны случаи эпидемии легионеллеза (заболевания, сходного с пневмонией). Заболевшие заражались от работающих кондиционеров; инфекция не передавалась через людей.

В заключение следует отметить, что вопросы энергоэффективности зданий и оптимизации внутреннего микроклимата широко освещаются в специальной литературе [95].

Инсоляция помещений. Нормативная продолжительность инсоляции на определенные календарные периоды с учетом географической широты местности приведена СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 [38] (табл. 5.2).

В соответствии с СанПиНом нормируемая продолжительность непрерывной инсоляции для помещений жилых и общественных зданий устанавливается в зависимости от типа квартир и функционального назначения помещений.

Таблица 5.2

Продолжительность непрерывной инсоляции

Зона территории	Географическая широта	Контрольный период продолжительности инсоляции	Продолжительность инсоляции, ч, не менее
Северная	Севернее 58 ⁰ с.ш.	С 22 апреля по 22 августа	2,5
Центральная	58...48 ⁰ с.ш.	С 22 марта по 22 сентября	2,0
Южная	Южнее 48 ⁰ с.ш.	С 22 февраля по 22 октября	1,5

Продолжительность инсоляции в жилых зданиях должна быть обеспечена не менее чем в одной комнате 1-, 2-, 3-комнатных квартир и не менее чем в двух комнатах 4-комнатных и более квартир. В зданиях общежитий

должно инсолироваться не менее 60 % жилых комнат. Нормируемая продолжительность инсоляции обеспечивается в основных функциональных помещениях общественных зданий:

- в зданиях детских дошкольных учреждений – групповые, игровые изоляторы и палаты;
- в зданиях учебных учреждений – классы и учебные кабинеты;
- в лечебно-профилактических учреждениях – палаты;
- в учреждениях социального обеспечения – палаты, изоляторы.

В случае прерывистого режима инсоляции суммарная длительность инсоляции должна быть увеличена на 0,5 ч.

Для защиты помещений от перегрева в жаркое время года установлены требования по ограничению избыточного теплового воздействия инсоляции. Они распространяются на жилые комнаты квартир, общежитий, учебные помещения, помещения санитарно-оздоровительных учреждений и учреждений социального обеспечения, имеющих юго-западную и западную ориентацию светопроемов.

Архитектурные и объемно-планировочные мероприятия по регулированию инсоляции помещений включают: ориентацию здания по сторонам света, конфигурацию его планировки, этажность, расположение квартир, размер оконных проемов, а также размещение элементов, заменяющих окна, – балконов, лоджий, козырьков и т.п. [46].

Здания могут располагаться вдоль меридиана – меридиональные здания и вдоль параллелей – широтные здания. Жилые комнаты меридиональных зданий могут размещаться как на восточной, так и на западной стороне дома. Нормативная длительность инсоляции обеспечивается в любом случае. В широтных зданиях квартиры должны иметь «сквозную» ориентацию, одновременно на юг и на север. Односторонние квартиры должны располагаться на южной стороне здания. В 3...4-комнатных квартирах не допускается ориентировать на север более двух комнат.

Существует несколько планировочных приемов улучшения инсоляции при реконструкции старой застройки [2].

- Внутренняя перепланировка затененного здания. При этом на затененную сторону выводят лестничные клетки, подсобные помещения квартиры и не более одной жилой комнаты.
- Снос верхних этажей затеняющего дома для освещения фасада затененного здания. Применяется, когда двор между зданиями не замкнут и проветривается.
- Ликвидация жилых помещений в наименее инсолируемых нижних этажах, с заменой их на помещения предприятий торгово-бытового обслуживания, складские помещения или на стоянки автомобилей.

В южных районах инсоляция может вызывать перегрев помещений. Поэтому в жилых домах не допускается ориентация односторонних квар-

тир на сектор горизонта от 200 до 290⁰. В двухсторонних по указанному направлению допускается ориентация одной комнаты в двухкомнатной квартире и двух комнат в 3...4-комнатных. Предусматриваются солнцезащитные мероприятия – зеленые насаждения и специальные конструктивные устройства: горизонтальные козырьки вдоль фасадов, экраны, навесы, карнизы, балконы.

Естественное освещение помещений. Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь *естественное освещение*. Оно необходимо для жизнедеятельности людей. Естественное освещение оказывает благотворное психологическое воздействие на человека. Естественное освещение подразделяется на боковое (световые проемы в стене), верхнее (световые проемы в крыше) и комбинированное. Освещенность представляет собой световой поток, падающий на единицу площади. Естественное освещение изменяется в течение дня в зависимости от времени суток, года и погоды. Поэтому в качестве нормируемой величины применяется не абсолютная величина освещенности, а относительная, выражаемая *коэффициентом естественного освещения* (КЕО). КЕО называется отношение естественной освещенности E , создаваемой светом неба в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения, к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности E_0 , создаваемой светом полностью открытого небосвода, %:

$$e_n = (E/E_0)100 ,$$

здесь e_n – КЕО.

Требования к освещению помещений регламентированы СНиП 23-05-95 [96]. Значения e_n зависят от характера зрительной работы. При естественном освещении выполняются работы, имеющие оценку средней, малой и грубой точности. При этом e_n имеет значения соответственно:

- при верхнем и комбинированном освещении – 4; 3 и 3%;
- при боковом освещении – 1,5; 1 и 1%.

Нормированные значения КЕО, для зданий, располагаемых в районах России разного светового климата, определяется по формуле

$$e_N = e_n m_N ,$$

где N – номер группы административного района, определяемый обеспеченностью естественным светом (на территории России выделяется 5 групп административных районов); m_N – коэффициент светового климата.

Коэффициент m_N зависит от номера группы административного района и ориентации световых проемов по сторонам горизонта (С, СВ, СЗ, В, З, СЮ, ВЗ, Ю, ЮВ, ЮЗ). Коэффициент принимает значения: $m_{1...5} = 0,7...1,2$.

В основных помещениях жилых домов и детских дошкольных учреждений нормированные значения КЕО должны обеспечиваться на уровне пола. В первой группе административных районов (Московская, Нижего-

родская, Новосибирская и др. области) для жилых комнат и кухонь нормированное значение КЕО составляет 0,5 %; для групповых, игровых, столовых и спален – 1,5 %.

При проектировании естественного освещения определяется расчетное значение КЕО e_p . При выполнении условия $e_p \geq e_N$ проектируемая *площадь световых проемов считается достаточной*.

При боковом освещении и при отсутствии затенения значение e_p в расчетной точке определяется по формуле

$$e_p = \varepsilon_n^{\bar{\delta}} \beta_a r_0 \tau_0 / \kappa_z ,$$

где $\varepsilon_n^{\bar{\delta}}$ – значение КЕО, создаваемое прямым светом участков неба, видимых через световые проемы; β_a – коэффициент ориентации световых проемов, учитывающий ресурсы естественного света по кругу горизонта (или учитывающий неравномерность яркости облачного неба); r_0 – коэффициент светоотражения, учитывающий повышение КЕО за счет света, отраженного от поверхностей помещения (потолка, стен) и подстилающего слоя на открытом горизонте; τ_0 – общий коэффициент светопропускания световых проемов (учитывает потери света в материале остекления, в переплетах светопроемов, в несущих конструкциях, за счет светозащитных устройств); κ_z – коэффициент запаса заполнения светового проема.

5.2. Регулирование качества воздушной среды здания

Качество воздушной среды жилых и общественных зданий является одним из важнейших факторов жизнедеятельности современного человека. Даже малые источники загрязнения из-за ограниченного объема воздуха в помещении и длительности их воздействия могут создавать высокие концентрации вредных веществ. Исследования воздушной среды жилых помещений показали, что если в середине 80-х годов прошедшего века в ней обнаруживали до 500 химических и биологических веществ, то к началу XXI века их количество возросло до 1500 [97]. Это может быть объяснено как увеличением источников загрязнения жилой среды, так и совершенством современной аналитической аппаратуры и переходом на более высокий уровень анализа качества воздуха в помещениях.

Загрязняющие компоненты, присутствующие внутри помещений, можно разделить на три группы. Первая из них связана с находящимися в помещениях людьми и их активностью. Вторая – с генерацией загрязнителей непосредственно в помещении. Третья – с поступлением загрязняющих веществ в здания из внешней среды.

Определенный вклад в загрязнение жилой среды вносит сам человек, выделяя антропоксины. *Антропоксины* – вещества, являющиеся продуктами жизнедеятельности человека. Дыхание, отделение пота и другие

процессы, связанные с метаболической активностью человеческого организма, приводят к повышению влажности, появлению запахов. Качественный и количественный состав антропоксинов зависит от пола, возраста, этнической принадлежности, состояния здоровья, характера пищи и т.п. С выдыхаемым воздухом человек выделяет более 150 химических веществ, с поверхности его кожи их можно собрать более 200, а моча и кал несут около 400 субстанций [97]. Среди антропоксинов выделяются такие химические соединения как сероводород, аммиак, диметиламины, метилстирол, фенол, бензол и др. Из-за незначительных концентраций эти вещества не проявляют явно выраженных отравляющих свойств. Тем не менее, они ухудшают самочувствие человека, снижают физическую и умственную работоспособность, ускоряют старение. Например, известно влияние на человека сперттого воздуха, который может явиться причиной «тугого сообщения», обмороков и даже приступов сердечно-сосудистых заболеваний.

К загрязнителям, образуемым внутри помещений, относятся:

- химические вещества, выделяемые из строительных и отделочных материалов, мебели, предметов домашнего обихода;
- продукты сгорания топлива (газ, дрова) в кухонных плитах, печах, каминах, водогрейных колонках;
- вредные вещества, выделяемые в процессе приготовления пищи;
- вещества, выделяемые из чистящих, дезинфицирующих, моющих средств и других предметов бытовой химии, а также из средств личной гигиены и косметики;
- инсектициды и другие средства борьбы с животными (тараканами, молью, мышами);
- бытовой мусор и бытовые отходы;
- домашняя пыль;
- зоотоксины;
- табачный дым.

Загрязнителем помещений является пыль. В одной комнате за год образуется около 3 кг пыли. Она представляет собой сложную смесь различных веществ – ороговевшие частицы кожи человека, микрочастицы одежды, мебели, элементов отделки, строительных материалов, а также пыльца и растительные чешуйки, споры плесени, клещи и другие мельчайшие насекомые.

Опасным видом загрязнения воздуха в помещении является курение. Вместе с табачным дымом в окружающую среду выделяются формальдегид, озон, оксид серы (IV), оксиды углерода и большое количество органических веществ, значительная часть из которых обладает канцерогенными свойствами. Источником загрязнения воздуха в квартире является кухня. При работе электро- и газовых плит, в процессе приготовления пищи и нагревания воды, образуются вредные вещества, изменяется степень иониза-

ции воздуха, ухудшается температурно-влажностный режим среды. Особенно опасной считается газовая аппаратура – плиты и водогрейные колонки. Загрязняют воздух помещений используемые человеком предметы бытовой химии – стиральные порошки, обмыливающие гели, шампуни, пены, ароматические аэрозоли и т.п. Загрязнителем офисов является озон. Он образуется при работе копировальных аппаратов и принтеров. Озон является отравляющим газом.

Биологическое загрязнение помещения связано с повышенной влажностью среды. Колонии микроорганизмов могут размещаться за панелями фальшпотолков, обоями, ковровыми покрытиями, а также в вентиляционных коробках и кондиционерах. Микроорганизмы осаждаются на частицах пыли, капельках воды и вместе с ними переносятся по воздуху помещения. Они вызывают раздражение или аллергию у человека, а иногда и более серьезные заболевания.

Выделение вредных летучих веществ из строительных и отделочных материалов является основным видом загрязнения воздуха помещений. Организм человека подвергается воздействию большого количества химических веществ, мигрирующих из строительных конструкций, отделочных материалов, встроенной мебели. Скорость поступления вредных веществ в воздух помещения относительно невелика (она может возрастать при повышении температуры или влажности). Но так как генерация вредных веществ идет постоянно, их концентрация может достигать опасных значений. В табл. 5.3. представлен перечень вредных веществ, поступающих из отечественных строительных и отделочных материалов в воздух квартир и оказывающих негативное влияние на здоровье населяющих их людей [98].

В современной строительной практике широко применяются полимерные материалы. Так, из поливинилхлорида изготавливают линолеум, обои, профили дверей и оконных переплетов, оклеивающую пленку. Некачественно изготовленные полимерные материалы могут выделять в воздух летучие органические соединения и целый набор растворителей. Условия применения полимерных материалов в строительстве регламентированы СанПиН 2.1.2.729-99 [99]. В соответствии с СанПиНом отделочные, конструкционные, гидроизоляционные и др. строительные материалы, а также лакокрасочные и клеевые композиции не должны выделять в воздушную среду летучие вещества в таких количествах, которые могут оказывать неблагоприятное действие на организм человека. Строительные и отделочные материалы, а также материалы, используемые для изготовления встроенной мебели, должны быть разрешены к применению органами и учреждениями государственной санитарно-эпидемиологической службы. Для этого они проходят гигиеническую оценку. Она основывается на результатах санитарно-химических, токсикологических, физико-гигиенических ис-

следований. Испытания материалов проводятся в лабораторных и натуральных условиях.

Таблица 5.3

Вредные вещества, выделяющиеся из строительных материалов

Вещества	Источник поступления
Формальдегид	ДСП, ДВП, ФРП, мастика, герлен, пластификаторы, шпаклевка и др.
Фенол	ДСП, ФРП, герлен, линолеумы, мастики, шпаклевка
Стирол	Теплоизоляционные материалы, отделочные материалы на основе полистиролов
Бензол	Мастики, клеи, герлен, линолеумы, цемент, бетон с добавлением отходов и др. материалы
Ацетон	Лаки, краски, клеи, шпаклевки, мастики, пластификаторы для бетона
Этилацетат	Лаки, краски, клеи, мастики и др. материалы
Бутилацетат	Лаки, краски, мастики, шпаклевки
Этилбензол	Шпаклевки, мастики, линолеумы, краски, клеи, смазки для форм, пластификаторы, цемент, бетон с отходами
Ксилолы	Линолеумы, клеи, герлены, шпаклевки, мастики, лаки, краски, смазки
Толуол	Лаки, краски, клеи, шпаклевки, мастики, линолеумы и др. отделочные материалы
Бутанол	Мастики, клеи, смазки, линолеумы, лаки, краски
Гексаналь	Костный клей, цемент с добавкой
Пропилбензол	Клей АДМК, линолеум ЛТЗ-33, мастика ВСК, мастика 51-Г-18, шпаклевка «Стройдеталь»
Пентаналь	Клей, цемент, герлен
Хром	Цемент, бетон, шпаклевки и др. материалы с добавлением промышленных отходов
Никель	Цемент, бетон, шпаклевки, и др. материалы с добавлением промышленных отходов
Кобальт	Красители и строительные материалы с добавлением промышленных отходов

Нормирование содержания загрязняющих веществ в воздушной среде помещений. Перечень наиболее распространенных и гигиенически значимых веществ, загрязняющих воздушную среду помещений жилых зданий, приведен в СанПиН 2.1.2.1002-00 [73]. Ими являются: формальдегид, фенол, сероводород, стирол, оксид азота (IV), бензол, толуол, ксилол, этилбензол и др. Кроме того, в воздухе помещений могут содержаться аэрозоли металлов: свинца, ртути и др. Многие из этих веществ высокотоксичны и относятся к 1-му и 2-му классам опасности.

Формальдегид стал в нашей стране первым химическим веществом, для которого установлен временный норматив ПДК в воздухе жилых и

общественных зданий ($0,01 \text{ мг/м}^3$). Формальдегид выделяется из древесно-стружечных плит (ДСП), применяемых для изготовления мебели. Его выделяют многие другие материалы – пенопласты, ковровые покрытия, краски, мастики, герметики. Формальдегид является канцерогеном. Он также способен повышать пороговую чувствительность человека к другим химическим веществам. Для воздушной среды жилых и общественных зданий ПДК остальных вредных веществ не установлены. В соответствии с СанПиНом концентрация химических веществ в воздухе жилых помещений, при сдаче их в эксплуатацию, не должна превышать среднесуточных ПДК, установленных для атмосферного воздуха населенных мест, а при отсутствии ПДК_{с.с} – не превышать максимально разовых ПДК (ПДК_{м.р}). Уровень загрязнения внутри здания в 2...4 раза (в некоторых случаях в 100 раз) может превышать уровень загрязнения наружного воздуха [98, 100].

Здание имеет постоянный воздухообмен с внешней средой, поэтому все внутренние помещения в той или иной мере связаны с атмосферным воздухом. Загрязнения извне поступают внутрь здания через системы вентиляции, проветривания, через неплотности в ограждающих конструкциях. Концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе отдельных районов может достигать высоких значений. Например, среднегодовая концентрация формальдегида в воздухе городов различных регионов составляет от $0,002$ до $0,025 \text{ мг/м}^3$, а максимальная концентрация достигает $0,232 \text{ мг/м}^3$ [101].

Защита воздушной среды от волокон асбеста. Особое внимание следует уделить экологическим характеристикам асбеста. Асбест – это вид минерального сырья, состоящего из силикатных пород волокнистой структуры, которые могут разделяться на мельчайшие волокна. Волокна асбеста коллоидных размеров способны проникать в ткани легких человека и вызывать асбестобусловленные заболевания – асбестоз, рак легких, мезотелиому плевры, хронический бронхит.

Асбестосодержащие композиции обладают огне- и водостойкостью, коррозионной стойкостью и высокой механической прочностью. Эти уникальные свойства обуславливают их широкое применение. Асбестоцемент применяется в строительстве зданий. Из асбеста изготавливают трубы водо- и газоснабжения, канализации, мусоропроводов, обмазочные теплоизоляции, штукатурные растворы, огнестойкие краски, автомобильные тормозные колодки и др.

Перечень асбестоцементных материалов и конструкций, разрешенных к применению в строительстве, приведен в ГН 2.1.2/2.2.1.1009-00 [102]. К ним относятся волокнистые и плоские листы, плитки. На основании санитарно-гигиенической оценки установлены области применения асбестоцементных материалов. Кровельным материалом (шифером) покрывают крыши зданий, гаражей, торговых палаток. Асбестоцементные листы и

плитки используются для сооружения и облицовки (или отделки) наружных стен зданий, для ограждений балконов и лоджий, для устройства вентиляционных воздуховодов (в системах естественной вентиляции). Сооружение и облицовка внутренних стен и перегородок в жилых и общественных зданиях разрешены при условии последующей облицовки их глазурованной плиткой, нанесении нескольких слоёв масляной краски или других водостойчивых покрытий. Асбестоцементными конструкциями являются стеновые панели, подоконные плиты и т.п.

В 1990 г. в Российской Федерации принята ПДК волокон асбеста в атмосферном воздухе города, которая составляет 0,06 вол/мл (в Англии 0,07 вол/мл, в Онтарио, Канаде 0,04 вол/мл). Установлено, что концентрация асбестовых волокон, равная 0,1...0,3 мг/м³, не создает повышенной онкологической опасности для населения [103].

Тем не менее проблема использования асбеста остается открытой. Для ее решения необходимо провести комплекс работ включающий:

- медико-биологическую оценку малых доз воздействия асбеста на здоровье человека с целью определения латентного (скрытого) периода заболеваний асбестобусловленными болезнями;
- эколого-гигиеническую оценку асбестосодержащих материалов и изделий в условиях их эксплуатации (использования);
- изучение влияния заменителей асбеста (стекловолокна, керамических и др. волокон) на население.

Необходимо дополнительно уточнить сферу использования асбеста в строительстве с учетом результатов последних исследований.

Мероприятия по охране среды помещений от загрязнения. Содержание загрязняющих веществ в воздухе помещений зависит от следующих факторов:

- объема помещения;
- скорости генерации вредных веществ внутри помещения;
- скорости удаления вредных веществ из помещения путем фильтрации, химического связывания и т.п.;
- величины воздухообмена с атмосферным воздухом;
- концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе.

Содержание загрязняющих веществ в помещении здания можно снизить:

- достаточным воздухообменом;
- применением технических устройств для очистки воздуха;
- объемно-планировочными мерами;
- использованием экологически чистых строительных и отделочных материалов.

Основным методом по снижению загрязнения воздуха в помещении является достаточный *воздухообмен*.

Пример. Исходя из гигиенического уровня содержания углекислого газа CO_2 в помещении, равного 0,1%, воздухообмен на одного человека составляет 30 $\text{м}^3/\text{ч}$. Оптимальное условие среды по содержанию $\text{CO}_2 = 0,05\%$ достигается при воздухообмене 60 $\text{м}^3/\text{ч}$ на человека. Это условие для помещения высотой 2,7 м и площадью 20 м^2 обеспечивается при расходе наружного воздуха 3 $\text{м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 площади.

Величина воздухообмена должна определяться степенью загрязнения воздушной среды помещения (концентрацией вредных веществ, их кумулятивным эффектом), а также степенью загрязнения атмосферного воздуха. По мнению гигиенистов, величина воздухообмена в помещении должна составлять 100...200 $\text{м}^3/\text{ч}$ [93]. Естественная вентиляция жилых помещений должна осуществляться путем притока воздуха через форточки либо через специальные отверстия в оконных створках и вентиляционные каналы. Отверстия каналов должны предусматриваться на кухнях, в ванных комнатах, уборных и сушильных шкафах. Не допускается объединение вентиляционных каналов кухонь и санитарных узлов с жилыми комнатами. Вентиляция объектов общественного назначения должна быть автономной [73].

Эффективным методом очистки воздуха от пыли, микроорганизмов и химических веществ является *фильтрация*. Особое значение приобретает очистка воздуха в помещениях лечебных учреждений. В воздухе больниц могут содержаться возбудители разных болезней, аэрозоли и пары медикаментов, патогенная флора, дезинфицирующие вещества. Проникновение болезнетворных бактерий в организм человека из воздуха является причиной многих заболеваний – гриппа, кори, ветряной оспы, чумы и т.п. В воздушной среде микроорганизмы – бактерии или вирусы – обычно находятся в составе бактериального аэрозоля, который представляет собой мельчайшую капельку жидкости или частицу твердого тела, взвешенную в воздухе. Бактериальные аэрозоли, как и частицы пыли, имеют размер от 1 до 2000 $\mu\text{м}$. Частицы размером 5...10 $\mu\text{м}$ и более мелкие практически не оседают в естественных условиях и находятся во взвешенном состоянии.

Для улавливания пыли и бактериальных аэрозольных частиц используются электрофильтры, а также масляные, бумажные, матерчатые фильтры. Эти фильтры задерживают до 90% и более микроорганизмов. Для более полной очистки воздуха помещений применяют фильтры тонкой очистки. В системах с приточной и вытяжной вентиляцией и кондиционированием чаще всего используют фильтры ЛАИК, снабженные фильтрующим волокнистым материалом ФП (Фильтр Петрянова). Эти фильтры улавливают даже частицы мельчайших размеров (0,1...0,2 $\mu\text{м}$). Они задерживают все виды микрофлоры и обеспечивают эффективность очистки воздуха до 99,3...99,99%. Недостатком фильтров является то, что они не поддаются регенерации. Смену фильтра осуществляют в том случае, когда

производительность вентиляционной системы, из-за повышения сопротивления фильтра, уменьшается на 25% [104].

Использование современных воздушных фильтров в системах вентиляции позволяет очищать воздух помещений *от химических загрязнений на уровне молекул*. Такими фильтрами являются HEPA- и ULPA-фильтры. Фильтрующим материалом в них служат ультратонкие стеклянные волокна. Однако эти волокна загрязняют воздух молекулярным бором и оксидами металлов. Новый класс ULPA-фильтров разрабатывается на основе политетрафторэтилена. Фильтры на основе нового фильтрующего материала имеют лучшую эффективность очистки и не загрязняют воздух [100].

Для очистки воздуха от пыли и бактериальных загрязнений применяется искусственная *ионизация воздуха*. При работе ионизаторов, установленных в помещении, создаются отрицательные ионы, которые заряжают частицы пыли и микрофлоры, находящиеся во взвешенном состоянии. Заряженные частицы перемещаются в направлении к положительно заряженному полюсу – к земле, полу, стенам, потолку. Осевшая пыль и микроорганизмы периодически удаляются. Чистоте воздуха в помещении способствует поглотительная способность комнатного озеленения.

Примерами *объемно-планировочных решений* по снижению загрязнения внутренней среды, используемых в строительной практике, являются:

1) двухсторонняя ориентация квартир с угловой, сквозной и горизонтально-вертикальной (для квартир в двух уровнях) схемами проветривания, способствующая активному воздухообмену;

2) зонирование внутреннего пространства квартиры по видам хозяйственно-бытовой деятельности, что позволяет изолировать внутренние источники загрязнения;

3) увеличение числа и площади подсобных помещений – кладовых, гардеробных, встроенных шкафов, антресолей, позволяющих складировать предметы бытовой химии и домашнего обихода (рис. 5.2) [93].

Главный фактор благоприятных условий жилой среды – функциональная достаточность жилого пространства. Гарантированное снижение загрязнения помещений здания достигается при использовании *экологически чистых строительных и отделочных материалов*, не выделяющих вредных компонентов.



Рис. 5.2. Квартира с набором подсобных помещений и емкостей

5.3. Защита среды зданий от шума, вибрации и электромагнитных полей

Защита от шума. Шумы в помещении жилых и общественных зданий можно разделить на внутренние и внешние, проникающие снаружи. К внутренним шумам относятся бытовые шумы и шумы, создаваемые при работе инженерного и санитарно-технического оборудования (вентиляционных установок, лифтов, насосов, кондиционеров, электродвигателей). Бытовые шумы создают люди, населяющие здание, при разговорах, пении, игре на музыкальных инструментах. Это шумы от работы аудио-, видео- и бытовой техники: магнитофонов, телевизоров, стиральных машин, холодильников и т.п.

Внутренние и внешние шумы разделяют на воздушные и ударные. Воздушные шумы проникают в помещение через окна, стены. Удары и вибрации, возникающие при работе оборудования, создают ударный шум. Этот вид шума сопровождает также ходьбу, прыжки, танцы, передвижение мебели, забивание дюбелей. Механизм образования ударного шума можно представить следующим образом. Упругие колебания в твердом материале возникают за счет удара. Их энергия распространяется по грунту, трубам, строительным конструкциям здания (по полу, стенам, перекрытиям, перегородкам) и излучается в виде шума. Характеристики шума приведены в параграфе 4.6.

Нормирование шума в помещениях. Воздушный шум в помещениях жилых и общественных зданий нормируется допустимыми октавными уровнями звукового давления и допустимыми уровнями звука для постоянного шума, а также эквивалентными (по энергии) уровнями звука и максимальными уровнями звука для непостоянного шума (табл. 5.4) [65, 66]. Нормируемые максимальные уровни звука превышают нормируемые эквивалентные уровни на 15 дБА.

Октавные уровни звукового давления в помещениях от всех источников шума определяются с помощью акустических расчетов. Требуемое снижение октавных уровней звукового давления ΔL , дБ, в помещениях вычисляется как

$$\Delta L = L_{\Sigma} - L_{дон},$$

где L_{Σ} – октавный уровень звукового давления в расчетной точке от всех источников шума (см. параграф 4.6), $L_{дон}$ – допустимый октавный уровень звукового давления (см. табл. 5.4).

Методы снижения шума. Основными методами снижения шума в помещениях зданий до уровня допустимых величин являются метод звукопоглощения и метод звукоизоляции. Схемы действия звукозащитных конструкций приведены на рис. 5.6 [64].

Таблица 5.4

Допустимые уровни звукового давления и уровни звука в помещениях

Помещения	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Палаты больниц и санаториев, операционные больницы	$\frac{59}{51}$	$\frac{48}{39}$	$\frac{40}{31}$	$\frac{34}{24}$	$\frac{30}{20}$	$\frac{27}{17}$	$\frac{25}{14}$	$\frac{23}{13}$	$\frac{35}{25}$
Жилые комнаты квартир, жилые помещения домов отдыха и пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, спальные помещения в детских дошкольных учреждениях и школах-интернатах	$\frac{63}{55}$	$\frac{52}{44}$	$\frac{45}{35}$	$\frac{39}{29}$	$\frac{35}{25}$	$\frac{32}{22}$	$\frac{30}{20}$	$\frac{28}{18}$	$\frac{40}{30}$
Кабинеты врачей больниц, санаториев, поликлиник, амбулаторий, диспансеров	59	48	40	34	30	27	25	23	35
Классные помещения, учебные кабинеты, аудитории школ и других учебных заведений, конференц-залы, читальные залы	63	52	45	39	35	32	30	28	40
Номера гостиниц и жилые комнаты общежитий	$\frac{67}{59}$	$\frac{57}{48}$	$\frac{49}{40}$	$\frac{44}{34}$	$\frac{40}{30}$	$\frac{37}{27}$	$\frac{35}{25}$	$\frac{33}{23}$	$\frac{45}{35}$
Залы кафе, ресторанов, столовых	75	66	59	54	50	47	45	44	55
Торговые залы магазинов, пассажирские залы аэропортов и вокзалов, приемные пункты предприятий бытового обслуживания	79	70	63	59	55	53	51	49	60

Примечание. Дробью обозначено: вверху для времени суток с 7 до 23 ч, внизу – с 23 до 7 ч.

Суть метода звукопоглощения заключается в поглощении энергии звуковых волн, распространяющихся по воздуху, звукопоглощающими материалами. При этом энергия звука переходит в тепловую энергию. Звукопоглощающие материалы и конструкции подразделяются:

- на волокнисто-пористые поглотители (войлок, минеральная вата, фетр, акустическая штукатурка);
- мембранные поглотители (пленка, фанера);
- резонаторные поглотители (резонатор Гельмгольца);

- комбинированные поглотители.

Свойство материалов поглощать звук характеризует коэффициент звукопоглощения α , который равен отношению количества поглощенной звуковой энергии $E_{погл}$ к общему количеству падающей энергии $E_{пад}$ ($\alpha = E_{погл} / E_{пад}$). Если вся энергия звука поглощается, то $\alpha = 1$, если отражается, то $\alpha = 0$. В табл. 5.5 приведены звукопоглощающие характеристики некоторых материалов. Звукопоглощающие материалы необходимы для облицовки конференц-залов, залов собраний, аудиторий и т.п.

Метод звукоизоляции основан на отражении звуковой волны, падающей на ограждение (экран). Звукоизоляция ограждающей конструкции помещения от воздушного шума оценивается индексом изоляции воздушного шума I_g (или R_w), от ударного шума – индексом приведенного уровня ударного шума I_y (или L_{nw}). Индексы изоляции воздушного шума и индексы приведенного уровня ударного шума ограждающих конструкций (перекрытий, стен, перегородок) жилых зданий, гостиниц, административных зданий, офисов, больниц и санаториев, учебных заведений, детских дошкольных учреждений нормированы. Допустимые величины I_g лежат в пределах 40...60 дБ, а I_y – 50...70 дБ [65, 68]. При проектировании новых ограждающих конструкций производится расчет их звукоизоляции. Окончательная оценка звукоизоляции дается на основании натурных испытаний. Величины I_g и I_y новых внедряемых ограждающих конструкций должны быть не ниже нормативных.

Основным источником внешнего шума является транспорт. Звукоизоляция наружных стен здания, как правило, выше, чем у окон. Поэтому уровни проникающего в здание шума определяются, в первую очередь, звукоизолирующей способностью окон. Если уровни внешнего шума (в 2 м от наружного ограждения) не превышают допустимых уровней, используются обычные конструкции окон с естественной вентиляцией через открытые форточки и узкие створки. В противном случае применяются специальные шумозащитные конструкции окон с вентиляционными элементами. Вентиляция через окна не предусматривается в помещениях общественных зданий с принудительной (приточной и вытяжной) вентиляцией или кондиционированием.

Звукоизоляционные свойства окон определяются толщиной стекол и

Таблица 5.5

Коэффициент звукопоглощения материалов

Материал	Коэффициент звукопоглощения α
Бетон	0,015
Стекло	0,02
Дерево	0,1
Войлок	0,3...0,5
Открытое окно (для сравнения)	1,0

воздушных промежутков между ними, герметичностью притворов. Характеристики звукоизоляции стандартных окон известны [68]. Для проверки правильности выбранного конструктивного решения окон проводится расчет спектра проникающего в помещение внешнего шума и сравнение его с допустимым уровнем. Акустические параметры окна должны сочетаться с его теплоизоляционными параметрами. При выборе конструкции окон учитываются требования к воздухообмену проектируемого помещения.

Таким образом, для защиты помещения от шума применяются звукоизолирующие ограждающие конструкции, звукопоглощающие материалы.

Защита от вибрации. Вибрация – это механические (обычно синусоидальные) колебания системы с упругими связями, возникающие в машинах и аппаратах при периодическом смещении центра тяжести какого-либо тела от положения равновесия, а также при периодическом изменении формы тела, которое оно имело в статическом состоянии. Внутренними источниками вибрации в помещениях являются: инженерно-техническое оборудование зданий и бытовые приборы (лифты, вентиляционные системы, насосные, пылесосы, холодильники, стиральные машины), а также оборудование, размещённое в зданиях предприятий торговли (холодильные установки), коммунально-бытового обслуживания, котельных. К внешним источникам вибрации относятся: городской рельсовый транспорт (железнодорожный транспорт, трамвай) и автотранспорт, а также расположенные вблизи застройки промышленные предприятия и передвижные промышленные установки (гидравлические и механические прессы, металлообрабатывающие механизмы, поршневые компрессоры, бетономешалки, дробилки, строительные машины). Колебания вибрации через грунт, коммуникации, трубопроводы распространяются по территории жилой застройки, передаются конструкциям здания и оказывают негативное влияние на его жителей. Иногда колебания вибрации способны разрушить конструкции и сооружения.

Общая вибрация передается на тело человека через опорные поверхности. Диапазон частот общей вибрации устанавливается в виде октавных или 1/3 октавных полос со среднегеометрическими частотами: 2; 4; 8; 16; 31,5; 63 Гц. При частоте больше 20 Гц вибрации сопровождаются звуком, ниже 20 Гц – инфразвуком. По характеру спектра вибрации подразделяются на узкополосные и широкополосные. По частотному составу вибрации разделяют на низкочастотные (с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах частот до 4 Гц), среднечастотные (8...16 Гц), высокочастотные (31,5...63 Гц). По длительности действия выделяют постоянные вибрации, для которых величина параметров изменяется не более чем в два раза (на 6 дБ) за время наблюдения (не менее 10 мин при измерении с постоянной времени 1 с), и непостоянные, которые подразделяют на колеблющиеся во времени, прерывистые и импульсные.

Основными параметрами вибрации являются среднеквадратические значения *виброскорости* r и *виброускорения* a или их логарифмические уровни L_r и L_a , измеряемые в октавных и 1/3 октавных полосах частот [104].

Логарифмические уровни виброскорости L_r , дБ, определяют по формуле

$$L_r = 20 \lg (r / 5 \cdot 10^{-8}),$$

где r – среднеквадратическое значение виброскорости, м/с; $5 \cdot 10^{-8}$ – опорное значение виброскорости, м/с, соответствующее среднеквадратичной колебательной скорости при стандартном пороге звукового давления $2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Логарифмические уровни виброускорения L_a , дБ, определяют по формуле

$$L_a = 20 \lg (a / 1 \cdot 10^{-6}),$$

где a – среднеквадратическое значение виброускорения, м/с²; $1 \cdot 10^{-6}$ – опорное значение виброускорения, м/с².

Для интегральной оценки вибрации в качестве параметра используют *корректированный уровень вибрации* – это одночисловая характеристика вибрации, определяемая как результат энергетического суммирования уровней вибрации в октавных полосах частот. Корректированное значение виброскорости и виброускорения U или их логарифмические уровни L_U измеряются с помощью корректирующих фильтров или вычисляются по формулам:

$$U = \sqrt{\sum_{i=1}^n (U_i K_i)^2} \quad \text{или} \quad L_U = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{U_i} + L_{K_i})}$$

где U_i , L_{U_i} – среднеквадратическое значение виброскорости или виброускорения (или их логарифмические уровни) в i -й частотной полосе; n – число частотных полос (1/3 или 1/1 октав) в частотном диапазоне; K_i , L_{K_i} – весовые коэффициенты для i -й частотной полосы для абсолютных значений или их логарифмических уровней.

Для интегральной оценки изменяющейся во времени вибрации в качестве параметра используют *эквивалентный (по энергии) корректированный уровень вибрации* – это корректированный уровень постоянной во времени вибрации, которая имеет такое же среднеквадратичное корректированное значение виброускорения или виброскорости, что и данная непостоянная вибрация в течение определенного интервала времени. Эквивалентное корректированное значение виброскорости или виброускорения ($U_{эkv}$) или их логарифмический уровень $L_{U_{эkv}}$ измеряется или вычисляется по формулам:

$$U_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n U_i^2 \cdot t_i}{T}} \quad \text{или} \quad L_{U_{\text{экв}}} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i} \cdot t_i \right),$$

где U_i – скорректированное по частоте значение контролируемого параметра виброскорости (r, L_r), м/с, или виброускорения (a, L_a), м/с²; t_i – время действия вибрации, ч; $T = \sum_{i=1}^n t_i$, где n – общее число интервалов действия вибрации.

Воздействие вибрации на организм человека (частотой менее 20 Гц) приводит к развитию утомления, нарушению пространственной ориентации, пищеварительным расстройствам, головокружению. Наиболее опасной является вибрация в диапазоне 6...9 Гц, так как эти частоты совпадают с частотами колебаний внутренних органов человека. В результате воздействия вибрации может возникнуть резонанс, который может привести к механическим повреждениям или даже разрыву внутренних органов.

Нормирование вибрации. Допустимые уровни вибрации в помещениях жилых и общественных зданий регламентируются СН 2.2.4/2.1.8.566-96 [105] и СанПиН 2.1.2.1002-00 [73] (табл. 5.6).

В дневное время в помещениях допустимо превышение уровней вибрации на 5 дБ. Для непостоянной вибрации к допустимым значениям уровней, приведенных в таблице, вводится поправка (-) 10 дБ, а абсолютные значения виброскорости и виброускорения умножаются на 0,32.

Методы виброзащиты. Для уменьшения вибрации от самого источника используют методы виброизоляции и вибродемпфирования. *Виброизоляция* основана на отражении вибрации в устройствах, называемых виброизоляторами или амортизаторами. Амортизаторы бывают резиновые, резинометаллические, пружинные, пневматические, гидравлические, комбинированные и др. (рис. 5.3) [64].

Вибродемпфирование основано на поглощении вибрации в вибродемпфирующих покрытиях из упруговязких материалов, обладающих большим внутренним трением: резины, мастики, пластиков (рис. 5.3). Кроме указанных методов используется также метод виброгашения, заключающийся в создании колеблющейся системы с динамической частотой, равной частоте возмущающей силы, но с реакциями, противоположными ей.

Шумовиброзащита от инженерного оборудования жилых и общественных зданий предусматривает специальные *объемно-планировочные мероприятия* [46]:

- не допускается размещение машинных помещений лифтов над, под и смежно с жилыми комнатами;

Нормы вибрации в помещениях

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Допустимые значения			
	виброускорения		виброскорости	
	$\text{м/с}^2 \cdot 10^{-3}$	дБ	$\text{м/с} \cdot 10^{-4}$	дБ
Жилые помещения, палаты больниц, санаториев				
2	4,0	72	3,2	76
4	4,5	73	1,8	71
8	5,6	75	1,1	67
16	11,0	81	1,1	67
31,5	22,0	87	1,1	67
63	45,0	93	1,1	67
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	4,0	72	1,1	67
Административно-управленческие помещения и помещения общественных зданий				
2	10,0	80	7,9	84
4	11,0	81	4,5	79
8	14,0	83	2,8	75
16	28,0	89	2,8	75
31,5	56,0	95	2,8	75
63	110,0	101	2,8	75
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	10	80	2,8	75

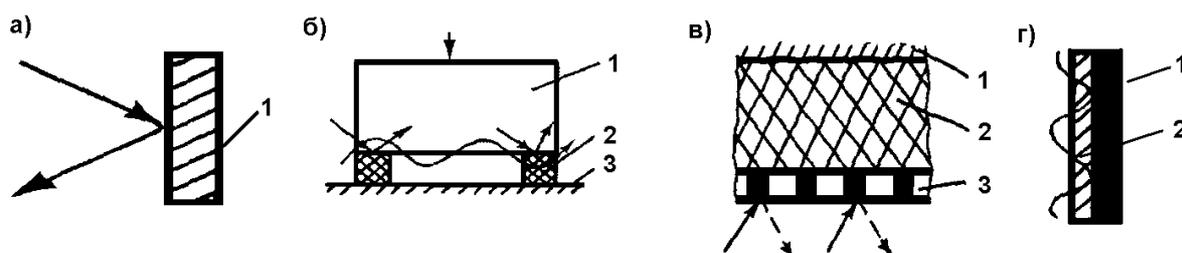


Рис. 5.3. Шумовиброзащитные конструкции:

а – звукоизолирующее ограждение (1 – стена, перегородка); б – виброизолятор (1 – источник вибрации, 2 – виброизоляторы, 3 – изоляторы); в – звукопоглощающая облицовка (1 – ограждающая поверхность, 2 – звукопоглощающий материал, 3 – перфорированное покрытие); г – вибродемпфирующая конструкция (1 – металлический лист, 2 – вибродемпфирующее покрытие)

- лифтовые шахты, стволы мусоропроводов и мусоросборные камеры не должны располагаться смежно с жилыми комнатами;

- непосредственно под квартирами нельзя размещать котельные, бойлерные, водопроводные, насосные;
- в жилых зданиях нельзя размещать АТС, трансформаторные подстанции, административные учреждения, кафе и столовые с числом мест более 50.

Конструктивные меры защиты от шума и вибрации инженерного оборудования состоят в следующем:

- лифтовые и вентиляционные шахты выполняются в виде самонесущих конструкций, опирающихся на самостоятельный фундамент;
- устанавливаются звукоизоляционные прокладки в местах пересечения лифтовых, вентиляционных шахт и трубопроводов с междуэтажными перекрытиями;
- несущие вентиляционные шахты и оборудование машинных отделений устанавливают на перекрытия через виброамортизаторы.

Градостроительным методом защиты здания от внешней вибрации является метод защиты расстоянием – соблюдение необходимого расстояния от здания до источника вибрации (транспортных магистралей, трамвайных путей и железных дорог) [68]. Характеристики грунтов, передающих вибрацию, изменяются в зависимости от сезонных погодных условий. В сухих песчаных грунтах с расстоянием наблюдается затухание вибрации. В тех же грунтах, но насыщенных водой дальность распространения вибрации увеличивается в 2...4 раза.

Уровень вибрационного воздействия от автомобильного транспорта определяется количеством большегрузных автомобилей в транспортном потоке, состоянием дорожного покрытия и типом подстилающего грунта. Так, на территории г. Москвы допустимые уровни вибрации в помещениях обеспечиваются при расстоянии от проезжей части: 30, 20 и 20 м до жилых зданий категории А, Б и В; 30, 20 и 15 м до гостиниц категорий А, Б и В; 15 м и менее до административных зданий категорий А, Б и В (категории зданий установлены по условиям комфортности).

Вибрации от трамваев определяются типом трамвая, состоянием рельсов и типом основания пути. Допустимые значения вибрации в помещениях обеспечиваются при расстоянии от ближайшего пути: 30...40 м до жилых зданий, 25...40 м до гостиниц, 15...20 м до административных зданий.

Вибрация от железнодорожных поездов определяется типом поезда и состоянием рельсов. Рекомендуемые расстояния от железнодорожных линий до жилых зданий составляют 200 м для железных дорог 1-й и 2-й категорий и 150 м для железных дорог 3-й и 4-й категорий.

Мероприятием по виброзащите является строительство виброзащитных экранов. Виброзащитные экраны – это траншеи шириной 0,5...1,0 м и глубиной 3...5 м, заполненные зернистым материалом (щебень, гравий) или материалом, плотность которого значительно отличается от плотности

грунта (шлак, аглопорит). Виброзащитные экраны располагают как можно ближе к источнику вибрации [68].

Защита от ультразвука. Источники ультразвука генерируют ультразвуковые колебания в диапазоне частот от 18 кГц до 100 МГц и выше. Источниками ультразвука бытового назначения являются: стиральные машины, охранная сигнализация, приспособления для отпугивания животных, насекомых и грызунов, устройства для резки различных материалов и др. Бытовые источники, как правило, генерируют низкочастотный ультразвук, до 100 кГц. Источником ультразвука в медицинских учреждениях являются сканеры медицинских диагностических приборов, физиотерапевтическая и хирургическая аппаратура. По способу распространения ультразвуковых колебаний выделяют:

- контактный способ – ультразвук распространяется при соприкосновении рук или других частей тела человека с источником ультразвука;
- воздушный способ – ультразвук распространяется по воздуху.

Ультразвук характеризуется уровнем звукового давления, уровнем звука и уровнем виброскорости. Допустимыми уровнями воздушного ультразвука являются уровни звукового давления, дБ, в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами: 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100 кГц. Допустимыми уровнями контактного ультразвука являются пиковые значения виброскорости и её логарифмические уровни, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами: 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000; 16000; 31500 кГц. *Допустимый уровень ультразвука* в жилых и общественных зданиях – это уровень, который не вызывает у человека значительного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния систем и анализаторов, чувствительных к ультразвуковому воздействию. В соответствии с требованиями СанПиН 2.2.4/2.1.8.582-96 [106] допустимые уровни воздушного и контактного ультразвука при использовании источников бытового назначения не должны превышать 75 дБ на рабочей частоте источника. При использовании ультразвуковых источников в бытовых условиях следует четко выполнять требования по их применению и безопасной эксплуатации, изложенные в прилагаемой к источнику инструкции.

Защита от инфразвука. *Нормируемые допустимые уровни инфразвука* в жилых помещениях приведены в табл. 5.7 [72].

Ограждения зданий обладают низкой инфразвукоизоляцией. Кроме того, уровни инфразвука в помещениях могут возрастать из-за явления резонанса. Мероприятия по снижению уровней инфразвука включают разработку инфразвукоизолирующих конструкции ограждений помещений [71]. Необходимо проводить мероприятия по снижению уровней низкочастотных шума и вибрации в источнике.

Нормы инфразвука

Объект	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц				Общий уровень звукового давления, дБ Лин
	2	4	8	16	
Жилые и общественные здания	75	70	65	60	75

Защита от электромагнитных полей (ЭМП). В последнее время наблюдается резкое увеличение количества и видов новой техники и устройств, эксплуатация которых сопровождается излучением электромагнитной энергии. Техническое оснащение кухни кроме традиционных электроплит и холодильников включает: микроволновые печи, жарочные шкафы, электрочайники и кофеварки, миксеры, тостеры и кухонные комбайны. В оборудование жилища активно внедряются различные системы автоматизации: компьютеры, системы телекоммуникаций, охранной сигнализации, дистанционного управления.

Железосодержащие ограждающие конструкции и коммуникации здания искажают и ослабляют геомагнитные поля и создают эффект «экранированной комнаты», внутри которой размещаются электроприборы. В бытовых условиях обычно используются сети с одним нулевым проводником (нулевым рабочим). Поэтому металлические кожухи и корпуса приборов не заземлены и являются источниками электрических полей (при выключенном приборе с вилкой в розетке) или ЭМП промышленной частоты (при включенном приборе). Вблизи бытовых приборов с металлическими корпусами (пылесосы, холодильники) и протяженных проводов создаются электрические поля от 0,7 до 4 кВ/м [64]. В малометражных комнатах и кухнях, характерных для большинства российских квартир, человек постоянно находится вблизи электропроводки и электроприборов.

Нормируемые ПДУ электромагнитных излучений. Нормируемый ПДУ напряженности электрического поля промышленной частоты (50 Гц) в жилых помещениях (на расстоянии от 0,2 м от стен и окон и на высоте 0,5...1,8 м от пола) составляет 500 В/м. Индукция магнитного поля промышленной частоты в жилых помещениях (на расстоянии от 0,2 м от стен и окон и на высоте 0,5...1,5 м от пола) не должна превышать 10 мкТл (временный норматив) [73].

Оценка влияния электромагнитного излучения на человека от бытовой техники производится в соответствии с требованиями санитарных норм допустимых уровней физических факторов при применении товаров народного потребления в бытовых условиях.

Уровень напряженности электростатического поля на поверхности строительных и отделочных материалов в жилых помещениях не должен превышать 15 кВ/м [73]. Этот уровень не должна превышать напряженность электростатических полей от экранов телевизоров, видеомагнитофонов, осциллографов.

Интенсивность электромагнитного излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ), включая прерывистое и вторичное излучение, в жилых помещениях, а также на балконах и лоджиях от стационарных передающих радиотехнических объектов не должна превышать нормируемые допустимые уровни, приведенные в табл. 4.15, 4.16. Металлические изделия, находящиеся в помещении, могут быть пассивными ретрансляторами ЭМИ РЧ.

К высокочастотным и сверхвысокочастотным источникам ЭМП относятся СВЧ-печи (частота 2450 МГц) и радиотелефоны сотовой связи. Излучение электромагнитной энергии в окружающее пространство СВЧ-печами обусловлено, главным образом, техническими неисправностями и нарушениями в эксплуатации. ПДУ плотности потока энергии для СВЧ-печей составляет 10 мкВт/см² для расстояний 50 см от любой точки корпуса печи.

В соответствии с СанПиН 2.2.2.542-96 [107] для видеомониторов с электронно-лучевыми трубками персональных ЭВМ нормируемые ПДУ электрического и магнитного полей на расстоянии 50 см вокруг монитора составляют:

- 25 В/м и 250 нТл (0,2 А/м) для диапазона частот 5 Гц...2 кГц;
- 2,5 В/м и 25 нТл (0,02 А/м) для диапазона частот 2...400 кГц.

Поверхностный электростатический потенциал экрана монитора не должен превышать 500 В.

Конструктивные мероприятия по защите от ЭМП. Ограждающие конструкции зданий могут быть экранами от внешних ЭМП. Основной характеристикой действия электромагнитного экрана является эффективность экранирования \mathcal{E} :

$$\mathcal{E} = E/E_0 \quad \text{или} \quad \mathcal{E} = H/H_0 ,$$

где E_0 , H_0 и E , H – напряженности электрического и магнитного полей в какой-либо точке экранированного пространства при наличии и отсутствии экрана. Эффективность экранирования может быть выражена в децибелах:

$$\mathcal{E}_{дБ} = 20 \lg \mathcal{E} .$$

Эффективность экранирования рассчитывается исходя из требований нормативов. Строительные конструкции (стены, перекрытия зданий), а также отделочные материалы (краски и др.) могут либо поглощать, либо отражать электромагнитные волны. Эффективность экранирования некоторых строительных конструкций и материалов приведена в табл. 5.8 [64].

**Эффективность экранирования ЭМП строительными конструкциями
и материалами, дБ**

Конструкция или материал	Сантиметровые волны	Метровые волны
Кирпичная стена толщиной 70 см	20	12
Внутренняя оштукатуренная стена толщиной 15 см	10...12	2...2,5
Сосновая доска толщиной 30 мм	2...2,5	1...1,5
Оконное стекло толщиной 3 мм	1...3	–
Окно с целой одинарной рамой	4...6	2...4
Окно с двойной рамой	6...8	3...5

К объемно-планировочным мероприятиям следует отнести функциональное зонирование жилища. В этом случае возможно рассредоточение приборов с электромагнитным излучением и др. вредными воздействиями. Например, размещение компьютера в кабинете, аудио- и видеотехники в гостиной. При этом важную роль играет увеличение объема жилого пространства.

Организационные мероприятия по защите от ЭМП сводятся к рациональному размещению источников и приемников электромагнитного излучения в помещении и ограничению времени пребывания в ЭМП. Приведем несколько примеров [64].

Не рекомендуется размещать электроприборы в углах помещений железобетонных зданий. В этом случае уровень излучения возрастает («угловой отражатель»). Для уменьшения воздействия питающих проводов не рекомендуется: находиться рядом с проводом под напряжением, допускать закручивания проводов в кольца, оставлять вилку в розетке.

Для снижения воздействия электростатических полей рекомендуется: использовать мониторы персональных ЭВМ с антистатическим покрытием экрана либо с заземленным защитным экраном-фильтром; выдерживать расстояние до телевизора с экраном диагональю до 36 см не менее 1 м и не менее 2 м до телевизора с экраном диагональю 51 см; проводить влажную уборку; использовать антистатические аэрозоли и ионизаторы воздуха. На крышах зданий, где установлены передающие антенны ЭМИ РЧ, должна иметься соответствующая маркировка с обозначением границ, где пребывание людей при работающих передатчиках запрещено [73].

5.4. Мероприятия по защите среды зданий от радиации

Облучение или радиационное поражение живых организмов связано с воздействием излучения коротких длин волн – рентгеновских лучей, гамма-лучей (рис. 4.12). Эти виды лучей представляют собой ионизирующее излучение. При взаимодействии ионизирующего излучения с веществом

происходит его ионизация, то есть образование положительных и отрицательных ионов. Если веществом является биологическая ткань, под воздействием ионов происходят изменения в клетках организма. Эти изменения являются причиной лучевой болезни, онкологических заболеваний.

Ионизирующее излучение возникает при распаде ядер радиоактивных элементов. Известно 1500 природных и искусственных веществ – радионуклидов, обладающих радиоактивностью. Радиоактивность (от латинского *radio* – излучаю, *activus* – действенный) – способность некоторых атомных ядер самопроизвольно превращаться в другие ядра с испусканием заряженных частиц. Эти заряженные частицы являются непосредственно ионизирующим излучением. Его могут представлять ядра гелия (α - частицы), ядра водорода (протоны), электроны (β - частицы), осколки деления тяжелых ядер. Процесс радиоактивного распада порождает так называемое косвенное ионизирующее излучение, которое не имеет заряда. Это электромагнитное излучение высокой энергии – фотонное излучение. Фотон называется квант энергии электромагнитного излучения высокой частоты. Фотонное излучение искусственного происхождения называется рентгеновским (x-Ray). Естественное фотонное излучение называется гамма-излучением.

Причины облучения людей связаны с содержанием природных радионуклидов в грунтовых основаниях зданий и в строительных материалах, с применением рентгеновской и радионуклидной диагностики, с эксплуатацией АЭС. Основной вклад в дозу облучения населения ионизирующим излучением вносят природные источники. При этом 70% общей дозы облучения население развитых стран получает в помещениях жилых, общественных и производственных зданий. Радиационный фон в помещениях зданий обусловлен двумя причинами:

- гамма-излучением естественных радионуклидов, находящихся в строительных материалах;
- присутствием в воздухе помещений радиоактивных газов радона и торона и дочерних продуктов их распада.

К радионуклидам, содержащимся в строительных материалах, относятся уран-238, торий-232 с дочерними продуктами их распада и калий-40. Уран-238 и торий-232 являются родоначальниками радиоактивных семейств (рядов).

Газообразными радионуклидами уранового и ториевого рядов являются газы радон (Rn-222) и торон (Rn-220). Гамма-излучение вызывает внешнее, а радиоактивные газы – внутреннее и внешнее облучение людей. Газообразные радионуклиды радона Rn-222 (газ радон) и Rn-220 (газ торон) поступают в организм человека с воздухом, облучая его легкие. В странах СНГ ежегодно от «радонового» рака умирает 15 тыс. человек [108].

Характеристика радиоактивности радионуклидов и доз облучения людей [84]. Характеристикой радионуклида является его активность A – это мера радиоактивности какого-либо количества радионуклида, находящегося в данном энергетическом состоянии в данный момент времени:

$$A = dN / dt ,$$

где dN – число ядерных превращений (распавшихся ядер) за промежуток времени dt . Единица измерения активности в системе СИ – беккерель (1 Бк=1 расп./с).

Удельной (объемной) активностью называется отношение активности A радионуклида в веществе к массе m (объему V) вещества:

$$A_m = A/m ; \quad A_V = A/V .$$

Единица измерения удельной активности – Бк/кг. Единица объемной активности – Бк/м³.

Радиоактивные изотопы радона Rn-222 (газ радон) и Rn-220 (газ торон) распадаются по цепочкам с образованием короткоживущих изотопов радона. *Эквивалентной равновесной объемной активностью* дочерних продуктов изотопа радона Rn-222 ($ЭРОA_{Rn}$) и Rn-220 ($ЭРОA_{Tn}$) называется взвешенная сумма объемных активностей короткоживущих дочерних продуктов изотопов радона:

$$ЭРОA_{Rn} = 0,10A_{RaA} + 0,52A_{RaB} + 0,38A_{RaC}, \quad ЭРОA_{Tn} = 0,91A_{ThB} + 0,09A_{ThC},$$

где A_i – объемные активности дочерних изотопов радона.

Эквивалентная доза $H_{T,R}$ – это поглощенная доза в органе или ткани, умноженная на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного вида излучения, W_R :

$$H_{T,R} = W_R D_{TR},$$

где W_R – взвешивающий коэффициент для излучения R , для γ -излучения $W_R = 1$; D_{TR} – средняя поглощенная доза в органе или ткани T . Поглощенная доза представляет собой энергию ионизирующего излучения, переданную веществу (органу или ткани). Единицей эквивалентной дозы является зиверт (1 Зв = 1 Дж/кг).

При воздействии различных видов излучения эквивалентная доза определяется как сумма эквивалентных доз для этих видов излучения:

$$H_T = \sum_R H_{T,R} .$$

Эффективной дозой E называется величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов и тканей с учетом их радиочувствительности. Она представляет собой сумму произведения эквивалентной дозы в органах и тканях на соответствующие коэффициенты:

$$E = \sum_T W_T H_T,$$

где W_T – взвешивающий коэффициент для органа или ткани, учитывающий их различную чувствительность к радиации:

гонады	0,20;	грудная железа.....	0,05;
костный мозг	0,12;	печень.....	0,05;
толстый кишечник	0,12;	пищевод.....	0,05;
легкие	0,12;	щитовидная железа	0,05;
желудок	0,12;	кожа	0,01;
мочевой пузырь	0,05;	клетки костных поверхностей ..	0,01;
		остальное	0,05.

Единица измерения эффективной дозы – зиверт (Зв).

Радиоактивное загрязнение среды здания. Радиоактивность строительных материалов. Практически все строительные материалы в той или иной степени радиоактивны. Оценка радиационного качества строительных материалов проводится по эффективной удельной активности $A_{эфф}$, представляющей собой сумму удельных активностей естественных радионуклидов: радия (Ra-226), тория (Th-232) и калия (K-40):

$$A_{эфф} = A_{Ra} + 1,3A_{Th} + 0,09A_K.$$

Значения эффективной удельной активности радионуклидов $A_{эфф}$ в некоторых строительных материалах приведены в табл. 5.9 [108].

Наиболее высокие удельные активности радионуклидов имеют породы вулканического происхождения (гранит, туф, пемза), а наиболее низкие – осадочные, карбонатные породы (мрамор, известняк). Повышенная активность радионуклидов характерна для глин, керамзита, красного кирпича. Радиоактивность бетона зависит от активности его наполнителей и может меняться в достаточно большом диапазоне значений.

В строительстве используются материалы, добываемые на месторождениях (щебень, гравий, песок, бутовый и пиленный камень, цементное и кирпичное сырье и пр.), а также материалы, являющиеся побочными продуктами промышленности и отходами промышленного производства (золы, шлаки и пр.).

В настоящее время в России действуют нормы радиационной безопасности НРБ -99 [84]. Согласно требованиям этих норм:

- в строящихся и реконструируемых жилых и общественных зданиях могут использоваться строительные материалы (I класса), в которых $A_{эфф} \leq 370$ Бк/кг;
- в дорожном строительстве в пределах территории населенных пунктов и зон перспективной застройки, а так же при возведении произ-

водственных сооружений могут использоваться материалы (II класса), в которых $A_{эфф} \leq 740$ Бк/кг.

Таблица 5.9

Эффективная удельная активность радионуклидов, присутствующих в строительных материалах

Строительные материалы	$A_{эфф}$, Бк/кг
Материалы природного происхождения	
Песок	36
Гравий	59
Глина	102
Щебень:	
гранитный	127
песчаный и смешанный	72
известковый	22
Материалы промышленного происхождения	
Известь	19
Кирпич силикатный	34
Бетон	58
Цемент	69
Кирпич керамический	133
Керамзит	140
Побочные продукты и отходы	
Колчеданные огарки (химическая промышленность)	26
Шлак конверторный (черная металлургия)	38
Фосфогипс (химическая промышленность)	60
Хвосты (горнообогатительные комбинаты)	62
Шлак (цветная металлургия)	65
Шлак доменный (черная металлургия)	153
Шлак (ТЭЦ)	194
Зола ТЭЦ	204
Фосфорные шлаки (химическая промышленность)	224

Радиоактивные газы. Радон поступает в помещение из грунта, на котором построено здание (60 %), а также из строительных материалов и конструкций (25 %). Радон ($Rn - 222$) является продуктом распада радия ($Ra - 226$). Благодаря относительно большому периоду полураспада (3,8 сут.), происходит эксхалация (выход) части радона, образующегося в объеме строительного материала, в воздух помещения.

Торон ($Rn - 220$) является продуктом распада радия ($Ra - 224$). Торон имеет значительно меньший период полураспада (55,5 с) по сравнению с радоном, поэтому его поступление в воздух помещений возможно только из поверхностного слоя стен и перекрытий. В связи с этим объемная концентрация торона в воздухе помещений оказывается значительно меньше концентрации радона.

Содержание дочерних изотопов радона и торона в воздухе помещений регламентируется их среднегодовой эквивалентной равновесной объемной активностью. В соответствии с НРБ-99 сумма ($\text{ЭРОА}_{\text{Rn}} + \text{ЭРОА}_{\text{Th}}$) в воздухе помещений жилых и общественных зданий не должна превышать 100 Бк/м^3 – при проектировании зданий, 200 Бк/м^3 – в эксплуатируемых зданиях.

Радиационный фон (гамма-фон) в помещениях зданий составляет: в целом по стране – 440 мкЗв/год , в Омской области – 605 мкЗв/год . Средний уровень облучения в деревянных домах равен 290 мкЗв/год . В современных каменных зданиях он может быть выше или ниже этой дозы [108]. Дозовые пределы величины интенсивности ионизирующего излучения для людей, проживающих в зданиях, не должны превышать 1 мЗв/год (1000 мкЗв/год) в среднем за 5 лет, но не более 5 мЗв в год [84]. Гамма-фон в помещении регламентируется изменением мощности эффективной дозы гамма-излучения. В соответствии с НРБ-99 мощность эффективной дозы гамма-излучения в помещении жилых и общественных зданий не должна превышать мощность дозы на открытой местности более чем на $0,3 \text{ мкЗв/ч}$ при проектировании новых зданий и $0,2 \text{ мкЗв/ч}$ в эксплуатируемых зданиях.

Кроме государственных норм радиационной безопасности НРБ-99 действуют *нормы муниципального уровня*. Так, в 1997 г. введены в действие московские городские строительные нормы МГСН 2.02-97 [109]. Указанные нормы предусматривают проведение предпроектных, проектных и контрольных радиационно-экологических изысканий для строительства.

Целью предпроектных изысканий является определение мощности эквивалентной дозы на участке застройки, определение степени радоноопасности участка на основании экспертной оценки способности пород к выделению и переносу радона. Проектные изыскания включают в себя результаты измерения плотностей потоков радона (или активности радона, проходящего через единицу поверхности в единицу времени) из почвы. Если плотность потока радона A_V , усредненная по площади участка застройки, превышает $80 \text{ мБк}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, предусматривается проектирование противорадоновой защиты. Если A_V превышает $40 \text{ мБк}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, строительство дошкольных, общеобразовательных и лечебных учреждений на данном участке не рекомендуется. Контрольные испытания проводятся перед сдачей объекта строительства в эксплуатацию. Определяется плотность потока радона и мощность эквивалентной дозы на участке застройки.

Требования радиационной гигиены должны соблюдаться на всех этапах строительства зданий. При выборе территории застройки следует учитывать гамма-фон местности, радиационный состав грунта и скорость эксхалляции радона из него. В процессе проектирования зданий необходимо определить требования к радиационному качеству строительных материалов

и конструкций и выбрать проектные решения, ограничивающие поступления радона внутрь помещений. Нормируемыми показателями радиационной безопасности на стадии проектирования зданий являются:

- эффективная удельная активность природных радионуклидов в строительных материалах;
- мощность эффективной дозы гамма-излучения в помещении по сравнению с открытой местностью;
- среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность дочерних изотопов радона и торона.

В построенных и эксплуатируемых зданиях радиационный контроль ведется по определению мощности эффективной дозы гамма-излучения в помещениях и среднегодовой эквивалентной равновесной объемной активности дочерних изотопов радона и торона в них. Если ЭРОА радона и торона больше 200 Бк/м^3 , а мощность дозы гамма-излучения выше гамма-фона открытой местности на $0,2 \text{ мкЗв/ч}$, необходимо проводить защитные мероприятия, направленные на снижение поступления радона в воздух помещений. Если ЭРОА радона и торона больше 400 Бк/м^3 , а мощность дозы гамма-излучения выше на $0,6 \text{ мкЗв/ч}$, следует перепрофилировать здание, или отказаться от его использования, или изъять из него конструктивные элементы, содержащие повышенное количество радионуклидов и заменить их [108].

Мероприятия по охране помещений зданий от радиоактивного загрязнения включают:

1) отказ от использования в строительстве зданий материалов с высокой эффективной удельной активностью радионуклидов. Эти материалы могут быть использованы в дорожном строительстве, а также для изготовления изделий, устанавливаемых вне замкнутых помещений (бетонные столбы, шпалы и др.);

2) тщательную герметизацию контактирующих с грунтом участков построек и своевременная ликвидация трещин; герметизацию мест прохождения труб и других коммуникаций через междуэтажные перекрытия (рис. 5.4);

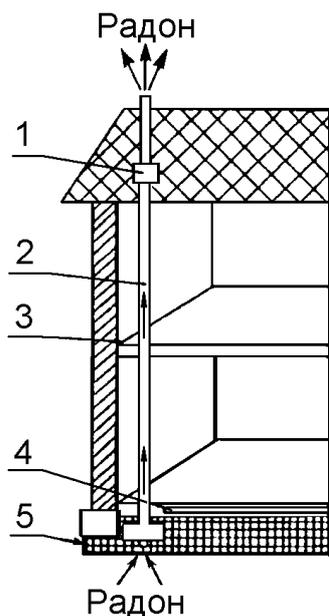


Рис. 5.4. Система пассивного удаления радона:

1 – скрытые электропроводка и электрооборудование;
2 – трубопровод для удаления радона; 3 – тщательно законопаченные и изолированные стыки; 4 – физический барьер между полом и основанием дома; 5 – глубокая гравийная засыпка под фундаментом дома

3) интенсивную вентиляцию зданий, особенно подвалов и нижних этажей. Важно, чтобы воздухообмен осуществлялся непосредственно с атмосферным воздухом;

4) нанесение защитных покрытий на стены и полы помещений (например, краски на эпоксидной основе, нескольких слоев масляной краски);

5) использование радоноизолирующих облицовочных и отделочных материалов (например, специальных пластиковых материалов, гипсополимерных плиток, полимерных пленок, нанесенных на обои и др.).

Рассмотрим мероприятия, известные в практике строительства, по изоляции помещений зданий от радона, эксхалирующего из грунта [110].

- Если участок площади застройки небольшой, верхнюю часть грунтового основания (насыпной грунт или песчано-гравийную смесь) заменяют слоем уплотненной глины толщиной не менее 1 м. Глина может быть пропитана составом на основе цементного, битумного или латексного связующих. Для дополнительного уплотнения на выровненные откосы и дно котлована наносят слой асфальта толщиной 2...3 см. При реконструкции грунтового основания следует принимать меры, исключающие появление грунтовых вод над глинобитным слоем, а также осадку фундамента.

- Снижение газопроницаемости глины и песка в неэксплуатируемых подвалах зданий с небольшими заглублениями может быть достигнуто пропиткой уплотняющим составом на глубину не менее 10 см.

- Функцию противорадоновой защиты может выполнять сплошная монолитная железобетонная плита, которая является фундаментом, подвальным полом или перекрытием. Плита должна быть водо- и газонепроницаема. При этом защита плавающими плитами подвального пола, которые устанавливаются после возведения фундаментальных стен, менее эффективна по сравнению с защитной монолитной плитой, на которую опираются стены.

- Создание зоны пониженного давления в грунтовом основании подвального пола с помощью специальной системы принудительной вытяжной вентиляции. Система включает одну подземную трубу на 100 м² защищаемой площади и вентиляторы низкого давления в герметичном корпусе с производительностью 150...250 м³/ч. Не допускается установка таких вентиляторов в подвальных и служебных помещениях. Описанная система защиты не должна быть связана с системой вентиляции жилых и служебных помещений.

- Для предотвращения проникновения радона через швы между стенами и перекрытиями используются противоизоляционные слои из полиэтиленовой пленки или рубероида. Эти слои наносятся на эпоксидную, поливинилхлоридную или алкидноуретановую основу.

Радоновые эманации известны во многих регионах нашей страны, в том числе в городах: Москве, Санкт-Петербурге, Новосибирске. Юг Сибири отнесен к территориям, потенциально опасным по радону.

5.5. Экология жилой среды

Внутренняя среда зданий непосредственно влияет на здоровье и психоэмоциональное состояние проживающих в них людей. В связи с этим в профессиональной печати появились и используются термины «здоровое здание» (healthy buildings) и «больное здание» [111].

Например, медицинские последствия плохого качества воздуха в помещениях выражаются жалобами людей на одинаковые и стабильно повторяющиеся симптомы: головная боль, ранее нехарактерная усталость, сонливость, раздражение глаз и верхних дыхательных путей, тошнота, потеря памяти, внимания, сосредоточенности и др. Эти симптомы классифицируются зарубежными врачами как «синдром больного здания» или «болезнь, связанная с помещениями». На рис. 5.5 приведена структура недугов людей, которыми, по их мнению, они страдают в связи с пребыванием в здании. Опрашивались люди, работающие в современных зданиях непромышленного назначения, в основном офисных, построенных в европейских странах в 1990-х годах [112].



Рис. 5.5. Результаты «синдрома больного здания»

Регулирование качества жилой среды осуществляется уже на стадии проектирования здания. На градостроительном уровне факторами, влияющими на качество жилой среды, являются: природно-техногенные, микроклиматические условия и экологическое состояние территории строительства здания. Здание должно располагаться в жилой зоне города, в соответствии с функциональным зонированием. На территории размещения здания должны соблюдаться санитарно-гигиенические требования по инсоляции и аэрации застройки, а также по содержанию химических и биологических веществ в атмосферном воздухе и почве, грунте, по уровню воздействия физических факторов и по уровню ионизирующего излучения.

В масштабе отдельного здания, при сдаче его в эксплуатацию и в условиях эксплуатации, качество жилой среды определяется следующими факторами:

- архитектурными и объёмно-планировочными решениями по организации жилого пространства;
- конструктивными решениями ограждений;
- качеством строительных и отделочных материалов, а также материалов для изготовления мебели;
- работой систем отопления и вентиляции, инженерного и санитарно-технического оборудования и т.п.

Среда помещений жилых и общественных зданий должна отвечать действующим санитарно-гигиеническим нормам:

- по параметрам микроклимата;
- по содержанию химических и биологических веществ в воздухе помещений;
- по уровню воздействия физических факторов;
- по уровню радиационного фона и активности радона;
- по качеству питьевой воды.

Соблюдение этих норм является экологическим требованием к качеству жилой среды. Следует отметить, что нормируются показатели по отдельным параметрам. Показатель комплексной оценки качества жилой среды до настоящего времени не разработан. Учитываются также визуальные факторы воздействия на человека: дизайн помещения, степень его зрительной изоляции, вид из окна.

Одной из важных экологических задач является энерго- и ресурсосбережение при функционировании жилой среды. Известны два основных направления по сокращению потребления энергии в здании. Первое направление основано на экономии энергии от традиционных источников. Энергетическая эффективность здания достигается специальными архитектурно-планировочными, конструктивными и техническими решениями.

Второе направление по снижению энергозатрат – использование возобновляемых видов энергии: солнечной, ветровой, гидро- и геотермаль-

ной, биохимической (например, потребление биогаза). Оно включает разработку, проектирование и внедрение систем обогрева и отопления здания [9].

В последние годы получают развитие интегрированные системы автоматического контроля и управления функционированием жилой среды здания, так называемые технологии «умного дома» [113]. Управление потреблением энергии и коммуникациями может осуществляться через Интернет или по телефону. Интегрированные системы обеспечивают контроль над потреблением и регулирование отопления, освещения, холодного и горячего водоснабжения, электрической нагрузки. Интегрированные системы обеспечивают также безопасность жилища (контроль над задымленностью, утечкой газа на кухне, превышением содержания угарного газа в гараже и т.п.) и выполняют другие функции. Технологии «умный дом» служат для экономии энергии и других ресурсов, для повышения комфорта.

Максимальное использование природных процессов, возобновляемых видов энергии и природных ресурсов при функционировании жилой среды является основным содержанием концепции «Экодом». *Экодом* – это современный комфортабельный дом с автономными системами жизнеобеспечения (рис. 5.6). Для строительства экодома кроме традиционных материалов (кирпич), используются материалы, изготовленные по энерго- и ресурсосберегающим технологиям (блоки из неавтоклавно-ячеистого бетона и грунта, вынимаемого при строительстве). Для обогрева дома и горячего водоснабжения используется солнечная энергия, поглощаемая воздушным коллектором. Когда этой энергии недостаточно, вступает в действие автономная система отопления. Экономия энергии обеспечивается за счет:

- компактности объема и ориентации дома;
- поддержания рационального температурного режима (снижение температуры ночью);
- оптимального распределения тепла по объему дома (циркуляция воздуха с помощью принудительной вентиляции);
- утилизация тепла с помощью тепловых аккумуляторов (щебеночных и грунтовых), запасующих солнечную энергию на зимние месяцы.

Хозяйственно-бытовые органические отходы перерабатываются в компост и утилизируются как удобрение в теплице и на приусадебном участке. Растения теплиц или зеленого сада могут поглощать углекислый газ, образующийся в системе отопления. Очищенные с помощью биореактора бытовые стоки используются для полива, зимой они накапливаются в подземной емкости.

То есть экодом становится составной частью природной экосистемы. Он отвечает современным экологическим представлениям о жилом доме: имеет солнечно-активную архитектуру, построен из экологически чистых

материалов, снабжен системой очистки воды, содержит теплицу или зимний сад для создания благоприятной воздушной среды. Кроме того, экодом комфортен, его проектирование основано на соблюдении эргонометрических нормалей. Строительство и эксплуатация экодому экономически выгодны. Концепция «Экодому» используется в проектировании и строительстве жилых зданий в зарубежных странах – США, Швеции, Германии, Японии. В нашей стране построены и эксплуатируются экспериментальные дома в г. Новосибирске [114, 115].

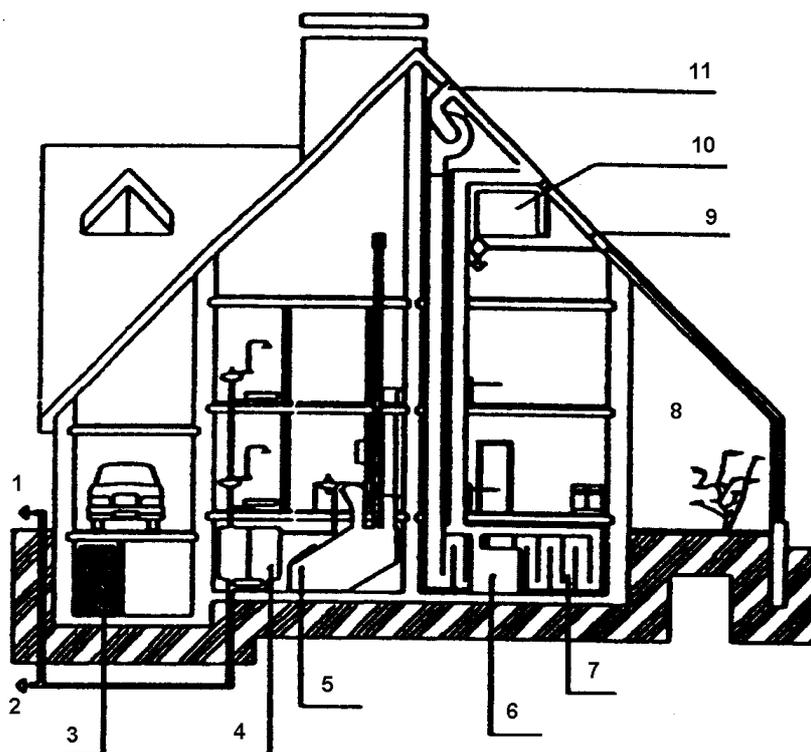


Рис. 5.6. Схема инженерных систем экодому:

1 – на полив; 2 – в дренажную кассету;

3 – намораживатель льда; 4 – установка водоочистки; 5 – контейнер биотуалета;

6 – печь; 7 – тепловой аккумулятор; 8 – зимний сад; 9 – водяной коллектор; 10 –

бак горячей воды; 11 – воздушный солнечный коллектор

Экология жилой среды – это приоритетное направление в создании жилища будущего. Оно включает в себя:

- соблюдение экологических требований к качеству жилой среды, её экологическую безопасность;
- энерго- и ресурсосбережение при создании и функционировании жилой среды;
- использование замкнутых циклов природопользования.

Уже сегодня экологические характеристики учитываются при отнесении жилых домов и отдельных помещений к соответствующим категориям по условиям комфортности и приобретают всё большую социально-экономическую значимость. Экологические характеристики жилой среды закладываются на стадии проектирования здания и на градостроительном уровне определяются экологическим состоянием городской среды.

Контрольные вопросы

1. Какими показателями характеризуется микроклимат помещений? Классификация мероприятий по обеспечению оптимальных условий микроклимата.
2. Какие факторы определяют качество воздуха в помещении?
3. Мероприятия по защите среды зданий от загрязнения вредными веществами. Экологические требования к строительным и отделочным материалам.
4. Методы звукоизоляции и звукопоглощения. Примеры звукозащиты помещений.
5. Методы защиты среды зданий от внутренней и внешней вибрации.
6. Мероприятия по защите среды помещений от электромагнитных полей.
7. Какими причинами обусловлено радиационное загрязнение среды зданий? Требования радиационной гигиены на этапах строительства и эксплуатации здания.
8. Какими факторами определяется качество жилой среды на градостроительном уровне и в масштабе отдельного здания?
9. Современные экологические представления о жилом доме.

Библиографический список

1. Российская архитектурно-строительная энциклопедия. Т. IV.–М.: Альфа, 1996. –336 с.
2. Градостроительный кодекс РФ. – М.: Проспект, 2001.-72 с.
3. Экология, охрана природы, экологическая безопасность: Учеб. пособ. / Под ред А.Т. Никитина, С.А. Степанова. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2000.-648 с.
4. Вронский В.А. Прикладная экология: Учебн. пос. – Ростов н/Д.: Феникс, 1996 – 512 с.
5. Российский статистический ежегодник: Стат. сб. – М.: Госкомстат России, 2000. – 642 с.
6. Осипов В.И. Мегалополисы под угрозой природных катастроф// Вестник Российской академии наук. – 1996. – Т. 66. – № 9. –С. 771-782.
7. Сафронов Э.А. Транспортные системы городов и регионов: Учеб. пособ. для вузов. – Омск.: Изд-во СибАДИ, 2000. –220с.
8. Лаппо Г.М. Особенности российской урбанизации // Известия АН. Сер. Географическая. –2000. – №5. – С.51-60.
9. Владимиров В.В. Урбоэкология: Конспект лекций. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1999. – 204 с.
10. Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» // Собрание законодательства РФ. – 2002.– № 2. – С.739-777.
11. Маслов Н.В. Градостроительная экология: Учебн. пос. для строительных вузов/ Н.В. Маслов; Под ред. М.С. Шумилова. – М.: Высш. шк., 2002. – 284 с.
12. Экология: Учеб. для техн. вузов / Л.И. Цветкова, М.И. Алексеев и др.; Под ред. Л.И. Цветковой. – М.: Изд-во АСВ; СПб.: Химиздат, 1999. – 488 с.
13. Журавлев В.П. и др. Охрана окружающей среды в строительстве: Учеб. – М.: Изд-во АСВ, 1995.-328 с.
14. Государственный доклад по БДД //Автомобильный транспорт. –2001. –№ 11. –С. 17-23.
15. Федеральная целевая программа «Модернизация транспортной системы России (2002-2010 годы)». Утверждена Правительством РФ от 5.12.2001г. № 848.
16. Синкевич Е.А. Экологические проблемы пространственной организации территории// Промышленное и гражданское строительство. – 1997. – № 10. – С. 38-39.
17. Филин В.А. Видеоэкология. – М.: ТАСС-Реклама, 1997.
18. Тетиор А.Н. Устойчивое развитие города. Ч.2. – М., 1999.– 151 с.
19. Виноградов А.И. Устойчивое развитие городов: важнейшие направления научных исследований РААСН на современном этапе //ПГС. –1997. –№3. –С. 49-51.
20. Базовые принципы градостроительной политики. Новый облик Екатеринбурга. Благоустройство, дорожное хозяйство и городской транспорт: Научный доклад на Международной научно-практической конференции «Российский

город на пороге XXI века: теория и практика стратегического управления». – Екатеринбург: Академкнига, 2000. – 172 с.

21. Ерофеев Б.В. Экологическое право России: Учебн. – М.: Юриспуденция, 2000. – 448 с.

22. Федеральный закон от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» // Собрание законодательства РФ. – 1999. - № 14. – С.3095-3127.

23. Федеральный закон от 4 мая 1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» // Собрание законодательства РФ. – 1999. - № 18. – С. 4225-4243.

24. Водный кодекс РФ // Собрание законодательства РФ. – 1995 - № 47. – С. 8278-8329.

25. Земельный кодекс РФ // Собрание законодательства РФ. – 2001. – № 44. – С. 9175 – 9236.

26. Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» // Собрание законодательства РФ. – 1998. - № 26. – С. 5527-5537.

27. СНиП 2.07.01-89*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений / Госстрой России. – М.: ГПЦПП, 1994.-44с.

28. СанПиН 2.2.1./2.1.1.1031-01. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов: Санитарные правила и нормы / Минздрав России – М., 2001.

29. Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения градостроительной документации. МДС 11-7.2000. Утверждена постановлением Госстроя РФ от 22. 12.93 г. № 18-58.

30. Федеральный закон от 23 ноября 1995 г. № 174-ФЗ «Об экономической экспертизе» // Собрание законодательства РФ. – 1995. - № 48. – С. 8501-8524.

31. Федеральная целевая программа «Экология и природные ресурсы России». Утверждена Правительством РФ 7.12.01 г., № 860.

32. Российская автотранспортная энциклопедия. Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт автотранспортных средств. Справочное и научно-практическое пособие для специалистов отрасли «Автомобильный транспорт», для студентов и научных сотрудников учебных заведений, НИИ. – Т.3. –М.: РООИП, 2000. – 456 с.

33. Состояние окружающей природной среды Омской области в 2000 году. – Омск: Госуд. Комитет по охране окружающей среды Омской области, 2001.-73 с.

34. Казанник А.И. Народная охрана природы Сибири (История. Состояние. Перспективы).- Омск: ГУИПП «Омский дом печати», 1999. – 192 с.

35. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. –М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2000. – 58 с.

36. Романова Е.М., Гобарова Е.О., Жильцова Е.Л. Методы использования систематизированной климатической и микроклиматической информации при развитии и совершенствовании градостроительных концепций. – СПб.: Гидрометеоиздат, 2000. – 159 с.

37. Чистякова С.Б. Охрана окружающей среды: Учеб. для вузов. Спец. «Архитектура». – М.: Стройиздат, 1988. –272 с.
38. СанПиН 2.2.1./2.1.1.1076-01. Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий / Минздрав России. – М., 2001.
39. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология: Учеб. для вузов / Под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высш. шк., 2001.-273 с.
40. Экология города: Учебник /Под. ред. Ф.В.Стольберга. – Киев: Либра, 2000. – 467 с.
41. Коломыйц Э.Г., Розенберг Г.С., Глебова О.В. Природный комплекс большого города: Ландшафтно-экологический анализ. – М.: Наука; МАИК «Наука /Интерпериодика», 2000. –286 с.
42. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. – М.: Минстрой России, ПНИИИС, 1997. – 43 с.
43. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства / Госстрой России. – М.: ПНИИИС Госстроя России, 1997. – 41 с.
44. Хакимов Ф.И., Деева Н.Ф., Ильина А.А. Эколого-геохимическая характеристика почв промышленного города // Экология и почвы: Избранные лекции I-VII Всероссийских школ Пущино, ОНТИ ПНУ РАН, 1998.- С.182-205.
45. Вопросы планировки и застройки городов // Материалы VIII Международной научно-практической конференции /Под ред. Ю.В.Круглова, В.С Глухова. – Пенза: ПГАСА, 2001. –135 с.
46. Маклакова Т.Г., Нанасова С.М., Шарапенко В.Г. Проектирование жилых и общественных зданий: Учеб. пособ. для вузов / Под ред. Т.Г. Маклаковой. – М.: Высш. шк., 1998.-400 с.
47. Критерии оценки экологической обстановки территории для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. – М.: Минприрода РФ, 1992. – 51 с.
48. Пособие к СНиП 11-01-95 по разработке раздела проектной документации «Охрана окружающей среды». – М.: ГП «ЦЕНТР ИНВЕСТ проект», 2000.-235 с.
49. Закон Московской области от 29.03.1996, № 9/96-03 (ред. 30.09.1997) «Правила застройки городов, поселков городского типа, сельских населенных пунктов, др. поселений и рекреационных комплексов Московской области».
50. Кузнецов Е.С. Пути и методы обеспечения экологической безопасности автотранспортного комплекса региона // Экологическое обозрение. – 1998. Вып. 1. – 44 с.
51. Сафронов Э.А., Хомич В.А., Плешакова О.В. Влияние автотранспортного комплекса на экологию городской среды // Известия вузов. Строительство. – 2001. –№ 2-3. –С.124-129.
52. Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 93 с.
53. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест / Минздрав России. – М., 2001.

54. ГОСТ 17.2.2.03-87. Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерения содержания окиси углерода и углеводородов в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями. Требования безопасности.
55. ГОСТ 21393-75. Автомобили с дизелями. Дымность отработавших газов.
56. ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов.
57. ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков.
58. Афанасьев Ю.А., Фомин С.А. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: Учеб. пособ. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. – Ч.1. – 208 с.
59. Методика определения предотвращенного экологического ущерба. – М.: Госкомитет РФ по охране окружающей среды, 1999. – 71 с.
60. Сафронов Э.А., Хомич В.А. Источники финансирования природоохранных мероприятий // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2001.-№1. –С.21.
61. ГН 2.1.6.695-98. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест: Гигиенические нормативы. М.: Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Минздрава России, 1998. -69с.
62. Методическое пособие к расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. – СПб.: НИИ Атмосфера, 2002. – 127 с.
63. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186-89.– М.: Госуд. комитет СССР по гидрометеорологии. Министерство здравоохранения СССР, 1991. – 693 с.
64. Инженерная экология и экологический менеджмент / М.В. Буторина, П.В. Воробьев, А.П. Дмитриева и др., Под ред. Н.И. Иванова, И.М. Фадиной. – М.: Логос, 2002. – 528 с.
65. СНиП II-12-77. Нормы проектирования. Защита от шума. / Госстрой России. – М.: 1978. – 49 с.
66. СанПиН 2.2.4 / 2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: Санитарные нормы / Минздрав России. – М., 1997. – 20 с.
67. Справочник проектировщика. Защита от шума / Под ред. Е.Я. Юдина. – М.: Стройиздат, 1974. – 134 с.
68. Пособие к МГСН 2.04-97. Проектирование защиты от транспортного шума и вибрации жилых и общественных зданий. – М.: ГУП «НИАЦ», 1999. – 41 с.
69. Шепелев Н.П., Шумилов М.С. Реконструкция городской застройки : Учеб. для строит. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 2000.-271 с.
70. Снижение шума в зданиях и жилых районах / Г.Л. Осипов, Е.Я. Юдин, Г.Хюбнер и др.; Под ред. Г.Л. Осипова, Е.Я. Юдина. – М.: Стройиздат, 1987. –558 с.

71. Осипов Г.М., Веселовский М.Б., Аистов В.А., Карагодина И.Л. Проблемы защиты от шума и инфразвука в городах // Промышленное и гражданское строительство. – 1996. – № 9. – С. 21-22.
72. СанПиН 2.2.4/2.1.8.583-96. Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки. Санитарные нормы. / Минздрав России. – М., 1997. – 11 с.
73. СанПиН 2.1.2.1002-00. Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы / Минздрав России. – М., 2001. – 24 с.
74. ГН 2.1.5.689-98. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования / Минздрав России. – М., 1998. – 126 с.
75. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод: Санитарные правила и нормы / Минздрав России. – М., 2001. – 28 с.
76. СП 2.1.5.1059-01. Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения. / Минздрав России. – М., 2001. – 28 с.
77. Методические рекомендации по обеспечению выполнения требований санитарных правил и норм СанПиН 2.1.4.559-96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» на водопроводных станциях при очистке природных вод. МДС 40-3.2000. – М.: ГУП «ВИМИ», 2001.
78. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: Санитарные правила и нормы / Минздрав России. – М., 2001.
79. СанПиН 2.1.4.1110-02. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения: Санитарные правила и нормы / Минздрав России. – М., 2002.
80. Почва, город, экология / Под ред. Г.В. Добровольского. – М.: Фонд «За экологическую грамотность», – 1997.-320 с.
81. ГОСТ 17.4.3.03-85. Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя при производстве земляных работ.
82. ГОСТ 17.4.2.02-83. Номенклатура показателей пригодности нарушенного плодородного слоя почвы для землевания.
83. ГОСТ 17.5.3.06-85. Охрана природы. Земли. Требования к определению норм снятия природного слоя почвы при производстве земляных работ.
84. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): Гигиенические нормативы. – М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, 1999.-116с.
85. Сизов А.П., Медведева О.Е. С Московземом лучше не спорить // Энергия; Экономика, техника, экология. – 2000-№1-С.34-39.
86. Григорьев А.И., Ракиерова В.И. Проблемы и перспективы озеленения г. Омска // Природа, природопользование и природообустройство Омского Прииртышья: Материалы III научно-практической конференции. – Омск: Курьер, 2001.-299с.

87. Руководство по проектированию санитарно-защитных зон промышленных предприятий / ЦНИИП градостроительства Госгражданстроя. – М., 1984. – 38 с.
88. Концепция обращения с твердыми бытовыми отходами в Российской Федерации. Утверждена постановлением коллегии Госстроя России от 22.12.1999 г. № 17. МДС 13-8.2000.
89. Сметанин В.И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления: Учеб. пособ. для вузов. – М.: Колос, 2000. – 232 с.
90. СанПиН 2.1.7.1038-01. Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов: Санитарные правила и нормы / Минздрав России. – М., 1999. – 16 с.
91. Вдовина Т.Н. Управление отходами на региональном уровне. – Омск: Изд-во Наследие. Диалог – Сибирь, 2000. – 89 с.
92. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
93. Петрова Л.В., Конова Л.И. Экологические требования при проектировании жилища // Промышленное и гражданское строительство. – 1998. – № 8. – С. 60-62.
94. Окна из ПВХ компании “Brugmann”. Рекомендации по монтажу и установке / А. Кривошеин, В. Маркс, А. Мищенко – Омск: Изд-во СибАДИ, 1998. – 106 с.
95. Кононович Ю.В. Тепловой режим зданий массовой застройки. – М.: Строиздат. – 1986. – 157 с.
96. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение / Минстрой России. – М., 1995. – 35 с.
97. Архитектура и строительство России. – 2001. - № 6 - С.13-27.
98. Губернский Ю.Д., Калинина Н.В., Расстянников Е.Г., Мальков И.Н. К вопросу эколого-гигиенической оценки строительных материалов // Строительные материалы. – 1997. - № 7. – С. 4-5.
99. СанПиН 2.1.2.729-99. Полимерные и полимерсодержащие строительные материалы, изделия и конструкции: Строительные правила и нормы / Минздрав России. – М., 1999. – 12 с.
100. Качество воздуха в помещениях – проблема и люди: XIII Международный симпозиум по контролю микрозагрязнений (Гаага, Нидерланды, сентябрь 1996 г.) // Технология чистоты. – 1997. - № 1 - С.10-13.
101. Корчаго И.Г. Санитарно- химический аспект безопасности жилища // Жилищное строительство. – 1997. – № 1. – С. 15-18.
102. ГН 2.1.2/2.2.1.1009-00. Перечень асбестоцементных материалов и конструкций, разрешенных к применению в строительстве / Минздрав России. – М., 2001. – 8 с.
103. Коган Ф.М. За запрещением асбеста не последует укрепления здоровья человека // Строительные материалы – 1998. – № 12. – С.14-15.
104. Очистка воздуха: Учеб. пособ. / Е.А. Штокман. – М.: Изд-во АСВ, 1998. – 320 с.

105. СанПиН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий: Санитарные нормы / Минздрав России. – М., 1997. – 30 с.
106. СанПиН 2.2.4 / 2.1.8.582-96. Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения / Минздрав России. – М., 1997.
107. СанПиН 2.2.2.542-96. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы. – М.: Госком санэпиднадзор России, 1996. – 55 с.
108. Управление радиационным качеством строительной продукции: Учеб. пособ. / С.А. Ахременко – М.: Изд-во АСВ, 2000.-236 с.
109. МГСН 2.02-97. Допустимые уровни ионизирующего излучения и радона на участках застройки. – М.: Москомархитектура, 1997. – 18 с.
110. Смирнов С.Н. Радиационная экология: Учеб. пособ. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2000.-334 с.
111. Анисимова И.И., Куповский С.М. Проблема «здоровых зданий» на начальном этапе архитектурного образования // Изв. вузов. Строительство, –2000, – № 4. – С 115-120.
112. Архитектура и строительство России. –2001.-№5.-С.12-30.
113. Сапрыкина Н.А. Жилище нового поколения как интегрированная экологическая система // Изв. вузов. Строительство – 2002. –№ 5. – С 112-115.
114. Огородников И.А. Экодом – жилище XXI века // Архитектура и строительство России. – 1996. – № 9-10. – С.14-15.
115. Туренко Ф.П. Ноосферные технологии XXI века в транспорте и строительстве // Вестник науки Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). – Омск: Изд-во СибАДИ, – 2000. – С 136-145.