

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
Национальный исследовательский Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского

**Н.И. Зазнобина**

## **ЭКОЛОГИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

Учебное пособие

Рекомендовано ученым советом Института биологии и биомедицины для  
студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки  
05.03.06 «Экология и природопользование» и 06.03.01 «Биология»

Нижний Новгород  
2022

УДК 504.75 (075.8)

ББК 28.080.1я73

З-12

З-12 Зазнобина Н.И. ЭКОЛОГИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ: учеб. пособие – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2022. – 123 с.

**Рецензенты:** д.б.н., профессор **А.И. Дмитриев**

к.б.н., доцент **В.П. Воротников**

В учебном пособии изложены современные представления об урбоэкологии – динамично развивающейся области науки и практики, ее направлениях и междисциплинарных связях. Рассмотрено влияние градостроительной, производственной, транспортной, хозяйственно-бытовой, рекреационной деятельности на экологические процессы и компоненты среды урбанизированных территорий. Анализируются вопросы генезиса человеческих поселений, структуры фауны и флоры городских территорий, взаимоотношений города и человека, состояния урбоэкосистем и их загрязнения, а также влияния трансформированной городской среды на здоровье человека.

Данное пособие предназначено для обучающихся по направлениям подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» и 06.03.01 «Биология».

Ответственный за выпуск:

председатель методической комиссии ИББМ ННГУ

к.б.н., доцент **Е.Л. Воденеева**

УДК 504.75 (075.8)

ББК 28.080.1я73

Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского,  
© Зазнобина Н.И., 2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                         |     |
|---------------------------------------------------------|-----|
| ВВЕДЕНИЕ                                                | 4   |
| Глава 1. Урбоэкология как наука                         | 6   |
| Глава 2. История появления городов                      | 10  |
| Глава 3. Характеристика городов                         | 19  |
| Глава 4. Градостроительное проектирование               | 24  |
| Глава 5. Город как экосистема                           | 33  |
| Глава 6. Особенности микроклимата городской среды       | 44  |
| Глава 7. Растительный и животный мир городов            | 48  |
| Глава 8. Экологические проблемы городов                 | 53  |
| 8.1. Современные природно-ландшафтные проблемы          | 53  |
| 8.2. Современные ресурсно-хозяйственные проблемы        | 56  |
| 8.3. Современные антропоэкологические проблемы          | 63  |
| Глава 9. Основы аркологии                               | 69  |
| Глава 10. Аспекты видеоэкологии                         | 84  |
| Глава 11. Влияние городской среды на здоровье населения | 88  |
| Глава 12. Практические задания                          | 92  |
| ГЛОССАРИЙ                                               | 107 |
| ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ                                        | 113 |
| РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА                                | 120 |

## ВВЕДЕНИЕ

Экологические проблемы тесно связаны с появлением на планете человека, постоянно преобразующего окружающую природную среду и завоевывающего все новые и новые ареалы для своего обитания. Самое примитивное орудие и самое простое жилище наносили ущерб окружающей среде, так как для их изготовления и строительства человек должен был использовать природное сырье и материалы. Вместе с развитием человеческой мысли расширяется и область человеческой деятельности, ставшей, по выражению В.И. Вернадского, «новой геологической силой», влияющей практически на все процессы, происходящие в живой и неживой природе. Тысячелетия работает человеческий разум для того, чтобы создать наиболее благоприятные условия для существования. Многие годы человек создавал тот привычный для нашего времени «дом», так называемую «искусственную среду обитания», которая для человека вполне естественна, так как появилась и развивалась вместе с ним. Человеческая мысль никогда не останавливалась на достигнутом, ставя перед собой все новые и новые задачи, создавая все новые вещи, предметы, механизмы и машины, которые облегчают жизнь.

Но с изобретением первых машин и ростом промышленности, которые потребовали колоссального количества природных материалов и сырья: древесины, каменного угля, железной руды появились первые признаки нового, грядущего испытания. Увеличились объемы промышленных отходов, загрязняющих природные системы новыми, не встречавшимися ранее в природе соединениями; ухудшились санитарно-гигиенические условия в быстро растущих городах, окруженных бессистемной промышленно-жилой застройкой, перегруженных транспортом и людьми, которые стремительно теряли участки зелени и доступ к солнечным лучам.

Вместе с новыми техническими идеями и изменениями условий существования человека появились новые направления в науке, в частности в естествознании, заставившие по-новому взглянуть на место человека и его деятельность в окружающем мире. Так, в 1866 году Эрнстом Геккелем был научно обоснован новый раздел в биологии «экология» и дано первое определение: «Под экологией мы понимаем общую науку об отношениях организмов с окружающей средой, куда мы относим в широком смысле все условия существования». С развитием научной мысли экология приобрела более глобальное значение как научная область, изучающая взаимоотношения живой и неживой (косной) материи, доказывающая их взаимозависимость, динамичность и взаимообусловленность.

Впоследствии из отдельной науки экология преобразовалась в область научного знания, имеющую междисциплинарный характер. В последние десятилетия все большее значение стало придаваться прикладным направлениям экологических исследований, которые способны не только выявлять и констатировать характер происходящих изменений, но и находить реальные выходы из комплекса современных экологических процессов,

воспринимающихся как «экологический кризис» или «экологическая катастрофа». Все эти процессы обусловили значительный рост социальной значимости экологических исследований в целом и на антропогенно преобразованных территориях в частности.

Все больший интерес ученых и специалистов, работающих в разных областях научного знания, стало вызывать изучение закономерностей развития и функционирования городских систем, так как именно города в настоящее время являются главными «потребителями» природных ресурсов и основными источниками загрязнителей (в широком смысле понимания этого слова). Современные города вносят наибольший вклад в загрязнение окружающей среды и изменение климата на нашей планете. По данным ООН, города потребляют 78 % мировой энергии и производят более 60 % выбросов парниковых газов. Проблему усугубляет сокращение зеленых зон. Еще одна проблема заключается в том, что, согласно прогнозам ООН, к 2050 году в городах будет проживать еще на 2,5 миллиарда человек больше, причем почти 90 % из них – в городах Азии и Африки. Рост населения обостряет многочисленные проблемы ухудшения здоровья населения, связанные с качеством окружающей среды, недостатком питьевой воды, пищи и неинфекционными болезнями, основной причиной которых являются употребление табака и алкоголя, нездоровое питание, физическая инертность.

Решение проблем городской среды в настоящее время связано с решением проблемы устойчивого развития территорий, т.е. преобразования крупных городов в рациональные и устойчивые общины, жители которых будут пользоваться такими благами, как снижение стоимости энергии, улучшение качества обслуживания, сокращение объемов отходов, создание комфортной городской среды, формирование возможностей для экономической деятельности. Грамотное городское планирование может содействовать здоровому образу жизни и безопасности путем инвестирования в активные виды транспорта, проектирования мест для физической активности и принятия мер по регулированию продажи табака и алкоголя, а также безопасности пищевых продуктов. Улучшение жилищных условий в городах с точки зрения жилищного строительства, водоснабжения и санитарии имеет большое значение для уменьшения рисков развития неинфекционных заболеваний. В связи с этим очевидно, что для экологизации городов необходимо проведение целенаправленной политики по перераспределению ресурсов на проведение приоритетных мероприятий. Здоровые, устойчиво развивающиеся, экологичные и красивые города – это будущее человечества. По вышеупомянутым причинам исследования в области городской экологии в данное время можно отнести к одним из наиболее актуальных направлений.

Учебное пособие может быть использовано при изучении дисциплин «Урбоэкология», «Экология и рациональное природопользование», «Охрана окружающей среды» и предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» и 06.03.01 «Биология».

## ГЛАВА 1. УРБОЭКОЛОГИЯ КАК НАУКА

Главной формой расселения людей в современном мире являются города. В пределах городов, занимающих всего около 2,5 – 3 % площади суши, проживает 3/4 всего населения планеты. Город – это особый мир, особая среда обитания человека – городская среда, которая полна противоречий.

С одной стороны, жизнь в городе дает людям огромные возможности реализовать себя в сфере труда, образования, досуга, общения. Большинство шедевров мировой материальной и духовной культуры, высшие достижения человечества сосредоточены в городах. С другой стороны, можно с полной уверенностью утверждать, что именно города являются в настоящее время территориальными фокусами экологических проблем современности. Прогрессирующая урбанизация ведет к очевидным негативным последствиям: загрязнению городской среды, неконтролируемому росту отходов производства и потребления, деградации растительности и как следствие – ухудшению здоровья населения, проживающего в урбанизированных районах. Заболеваемость населения отражает весь спектр неблагоприятных экологических последствий, происходящих в среде обитания. И в то же время города были и остаются закономерной и целесообразной формой организации жизни людей. Несмотря на присущие им недостатки, города не только не потеряли своего значения в жизни общества, но и значительно упрочили свои позиции, что выражается в усилении влияния городов и городского образа жизни на все сферы жизнедеятельности современного человека.

*Урбоэкология* (от лат. *urbus* – город; *oikos* – дом; *logos* – учение) – научная дисциплина, исследующая особенности взаимодействия городов с окружающей природной средой. Эта дисциплина формируется на стыке многих областей знаний, наиболее важными из которых являются экология и градостроительство.

Изучение города как объекта экологических исследований чрезвычайно многообразно:

- город в медицинской экологии рассматривается как среда жизнедеятельности человека;
- города являются объектами культурологических исследований как носители исторической информации;
- города изучаются как объекты управления в формирующейся градостроительной экологии, которая изучает принципы, методы и формы управления эколого-градостроительными системами;
- город – источник визуальной информации, объединяющий эстетику, психологию и физиологию зрительного восприятия;
- город – форма материально-пространственной организации общества изучается экономической экологией, которая объединяет экологию, экономику, природопользование, географию;
- город рассматривается как экосистема, в которой естественные биогеоценозы заменены урбаценозами;

– города рассматриваются как элементы единых систем расселения, вступающие во взаимодействие с природными системами на общепланетарном глобальном уровне. В таком аспекте города изучает урбоэкология.

Проблемы взаимодействия городских структур с природной средой всегда были в центре внимания отечественных и зарубежных экологов. Наиболее предметно эти проблемы исследовались Ч. Бойденом, Б. Коммонером, Ф. Фестером, Р. Леггетом, Л. Кратцером, а в нашей стране – С.С. Шварцем и Н.Ф. Реймерсом.

*Урбоэкология* – это комплекс градостроительных, медико-биологических, географических, социальных, экономических и технических наук, которые в рамках экологии человека изучают взаимодействие производственной и непроизводственной деятельности людей с окружающей природной средой на территории населенных мест и их систем.

*Целью урбоэкологии* является поиск путей и разработка решений в рамках градостроительства и организации территории в более широком смысле этого слова, направленных не только на обеспечение приемлемых гигиенических условий жизни населения, но и на всемирную рационализацию природопользования, охрану окружающей природной среды и экологизацию важнейших социально-экономических процессов в пределах регионов, городских агломераций, городов и отдельных их частей.

*Объекты урбоэкологии* – это системы расселения разного ранга, городские агломерации, города, сельские населенные пункты, городские районы, жилые микрорайоны и кварталы вплоть до отдельных зданий и сооружений.

*Предмет урбоэкологии* составляют исследования процессов взаимодействия урбанизированной и природной среды, а также разработка градостроительных предложений, направленных на охрану здоровья населения городов и других поселений, охрану литосферы, гидросферы, атмосферы и биоты от негативного воздействия урбанизации и городской застройки.

В урбоэкологии исследуются «местные» территориальные проблемы на разных планировочных уровнях. Рассматриваются частные и интегральные отрицательные факторы, возникающие в неживой и живой природе в результате таких преобразований, как:

- отчуждение территорий в результате роста городов и зон их влияния;
- перераспределение атмосферных стоков, изменение режимов функционирования поверхностных вод, рек и водоемов;
- интенсивное потребление промышленностью полезных ископаемых и других ресурсов неживой природы;
- нарушение геологического строения местности и гидрологических режимов;
- засорение вредными отбросами атмосферы, грунтов, поверхностных и подземных вод;
- частичная или необратимая деградация живой природы, флоры и фауны;

– нарушение сложившихся социальных условий жизнедеятельности коренного населения.

Урбоэкология, являясь междисциплинарным научным направлением, опирается на:

– *гигиенические исследования* (учет предельно допустимых нормативов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, воде, почве; зонирование территории, в том числе установление санитарно-защитных и водоохраных зон);

– *географические исследования* (методы физической географии (климатология, метеорология, биогеография), ландшафтоведение, геохимия ландшафтов, разделы экономической и медицинской географии, географии природных ресурсов, населения и др.);

– *социологические исследования* (город рассматривается по двум направлениям: ценностному (позитивное и негативное) и аналитическому (микро- и макромасштаб) и может иметь 4 образа: город-базар, город джунгли, город-организм, город-машина;

– *инженерно-технологические исследования* (развитие технологии очистки сточных вод, выбросов в атмосферу, твердых производственных и коммунально-бытовых отходов, внедрение в производство малоотходной и безотходной технологии, более глубокая переработка сырья, всемерная утилизация отходов; разработка новых, более «экологических» систем транспорта, энергетики, водоснабжения, связи).

Значение экологического подхода к расселению и градостроительству определяется той ролью, которую играет живое вещество в планетарных процессах. Атмосфера, почвенно-растительный покров, поверхностные и подземные воды представляют собой среды, находящиеся в неустойчивом равновесии, которое не может быть обеспечено само по себе. Основным фактор, поддерживающий эти среды в стабильном состоянии, необходимом для существования жизни на Земле – само живое вещество, которое обладает свойством экологического самообеспечения. основополагающие работы В. И. Вернадского, В. Н. Сукачева, С. С. Шварца и других крупнейших ученых показали, что развитая жизнь стала ведущим фактором геологического развития планеты. Биологические, а не физико-химические и геологические закономерности определяют темпы и формы превращения вещества и энергии на Земле. И поскольку функционирование живого вещества все в большей степени определяется деятельностью человека, экология становится теоретической основой поведения человека индустриального общества в природе.

Из обширного свода законов, закономерностей, правил общей экологии в достаточно обобщенной и упрощенной форме урбоэкология использует лишь те, которые необходимо учитывать, рассматривая особенности взаимодействия урбанизированной и природной среды на значительных территориях: правило 10 %, правило 1 %, значение малых величин в экологии, эффект обратной связи, учет воздействия соседних экосистем, соответствие единицы природных

ресурсов собственному времени экосистемы, эффект «привыкания», эффект «опушки».

Для урбоэкологии особенное значение имеют прикладные аспекты синэкологии (экология сообществ) в основном на биогеоценотическом уровне. Главный экологический принцип в условиях неизбежного прогрессирующего антропогенного изменения природной среды, обоснованный С. С. Шварцем: биогеоценозы и другие экологические системы в индустриальном и урбанизированном мире не могут быть сохранены в естественном состоянии (кроме ООПТ), но нет никаких объективных причин для их неизбежного ухудшения и утраты ими биосферных функций.

Выделяют следующие методы урбоэкологических исследований: территориально-градостроительный, комплексный, сравнительный, системный, исторический, биоэкономический и моделирование.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1. Охарактеризуйте урбоэкологию как науку.*
- 2. Охарактеризуйте междисциплинарный характер урбоэкологии.*
- 3. Сформулируйте законы общей экологии, применяемые в рамках экологии человека.*
- 4. Раскройте суть методов урбоэкологических исследований.*

## ГЛАВА 2. ИСТОРИЯ ПОЯВЛЕНИЯ ГОРОДОВ

История городов планеты, уходящая вглубь тысячелетий, свидетельствует о том, что экологические факторы играли чрезвычайно важную роль в их возникновении и последующем развитии.

Первым городам предшествовали поселения, которые появились при переходе от собирательства и охоты к оседлой жизни. Постепенно человек овладевал методами выращивания растений и скота, с помощью первых технических приспособлений его труд стал более эффективным и производительным. Земледельцы могли прокормить не только себя и свою семью, но и других членов общины, которые получили возможность заниматься ремеслом и строительством. Так появились первые городища – прообразы будущих городов, а впоследствии сформировались города, которые стали одним из важнейших признаков уровня развития цивилизации.

Планировочная и архитектурно-пространственная организация городов также формировалась под влиянием природного окружения: рельефа местности, микроклиматических качеств, наличия водных источников, зелени, свойств почвогрунтов. Первоначальная форма плана города, как правило, теснейшим образом была связана с наличием или отсутствием естественных природных преград, которые определяли объем и характер оборонительных городских сооружений.

Исследователи выделяют три причины появления городов:

- благоприятная экологическая база;
- новые технологии в сельскохозяйственной и несельскохозяйственной сферах;
- сложная социальная организация и высокоразвитая структура власти.

Чертами первых городов были: постоянное население с высокой плотностью жилья; большое число людей, занимающихся сельским хозяйством; высокие налоги и аккумуляция капитала; монументальные общественные сооружения; правящий класс; письменность; использование точных наук; торговля; расселение не по признакам родственных отношений.

### *Древнейшие города: от египетских пирамид до Великой Китайской стены*

Первые города возникали в плодородных долинах Египта, Китая, Индийского субконтинента, орошаемые водами Нила, Тигра, Евфрата, Хуанхэ, Инда и Ганга. Древнейшим городом мира считается израильский город Иерихон, стены которого стояли уже в VIII тысячелетии до н.э., а численность населения составляла около 2 000 человек. Возникновение городов в долине р. Нила, в Двуречье и в долине р. Инда датируется рубежом IV и III тыс. до н. э.

Общей чертой всех этих городов являлось их географическое положение в долинах великих рек, что требовало огромных усилий по строительству сооружений, защищающих город и прилегающие земли от наводнений, созданию оросительных каналов. Вследствие низкого уровня технического

развития на строительные работы привлекалось огромное количество людей (например, для эксплуатации 1 км канала требовался труд 15 тыс. человек). Такие предпосылки способствовали созданию жестко централизованных государств, во главе которых стояли фараоны и правители с неограниченной властью. Внешнее выражение эта власть нашла в архитектурных сооружениях гигантского масштаба.

Огромные по размерам столичные города *Древнего Египта* (Мемсис, Фивы) включали обширные некрополи, храмовые комплексы, жилые районы. В Египте широко использовались элементы регулярной прямоугольной планировки. Жилая застройка была очень плотная, дома буквально лепились друг к другу, разделенные узкими, как коридоры, улицами. Они расступались, образуя открытые пространства, лишь перед храмами и дворцами правителей. До сегодняшнего дня дошли только каменные застройки, так как жилые здания, строившиеся из глины и сырцового кирпича, разрушались при первом же соприкосновении с водой. Однако исследователи выявили интересную особенность развития городов по расположению храмовых комплексов: город как бы перемещался за новыми храмовыми и дворцовыми постройками, которые каждый правитель строил на новом месте. Каждый новый комплекс постепенно обрастал жилой застройкой, а наиболее отдаленные, старые жилые районы постепенно умирали. Население городов было небольшим, так как постоянные войны, неурожаи и эпидемии уносили огромное число людей.

В первых городах *Месопотамии (Двуречья)* жило от 8 до 25 тыс. человек. Города Двуречья, строившиеся из тех же материалов, что и города Египта, в отличие от последних, развивались на одной и той же территории, вокруг единого храмового комплекса. Города Древнего Вавилонского царства, внесли большой вклад в градостроительную культуру в области инженерной подготовки и благоустройства территории. Одной из важнейших задач было удаление всех жидких отходов и ливневых стоков, которые грозили прочности сооружений, поэтому все здания и сооружения строились на платформах из уплотненной земли. Ощутимого урона окружающей среде города Двуречья не нанесли, так как со временем просто растворились на такой же глинистой почве, оставив на поверхности земли небольшие холмы.

Крупные города с огромными императорскими дворцами создавались и в *Китае*, в долине реки Хуанхэ. Столица государства Цинь – Сяньян, основанная в 350 году до н. э. насчитывала около 1 млн. чел. В Китае существовали правила и рекомендации по строительству городов. Так, был строго лимитирован периметр внутренних и внешних крепостных стен (соответственно 3 и 7 ли; (ли = 500 м)), образующих в плане квадрат. Во внутреннем городе должны были расселяться правители и знать, в других – крестьяне. Между внутренними и внешними стенами располагались огороды.

Таким образом, для городов древности были характерны разительные контрасты между средой жизни правителей, их приближенных и остального населения. Сказочные дворцовые комплексы с обилием зелени, воды, высоким уровнем благоустройства соседствовали с нищенскими трущобами. Однако все

эти города были весьма уязвимы от эпидемий, неурожаев, войн. В то же время, именно древнейшие города Месопотамии и Египта позволяли оседлому населению противостоять нападкам кочевников, а также создать образцы высокой культуры.

*Экологические проблемы древнейших городов.* В древнейших городах экологические проблемы были связаны главным образом с необходимостью удаления отходов, организацией водоснабжения, а также чрезвычайно ограниченной в пределах городских стен жилой средой. Наблюдалось и загрязнение воздуха. Медицинские исследования египетских мумий показали наличие в легких египтян засорения от копоти масляных светильников. Существовали строгие правила, направленные на охрану окружающей среды. Они поддерживались государством, религией, общественностью. Сурово осуждались антиэкологические действия: от невыполнения правил захоронения умерших во время эпидемий до нарушений чистоты улиц.

### *Античные города Древней Греции и Древнего Рима*

Богатое наследие оставила нам культура *Древней Греции*, которая активно впитала в себя градостроительное наследие Египта и Вавилона и создала совершенно новый язык архитектуры и градостроительства.

Выбор территории для городов в Древней Греции определялся на начальном периоде развития государства исключительно требованиями обороны. Впоследствии, с укреплением экономического, политического и военного влияния, первостепенную роль стали играть морские торговые пути. Большую роль играли также микроклиматические условия территории и инженерно-строительные качества грунтов. Наиболее благоприятным считалось расположение города на каменистом плато с небольшим уклоном, что снижало затраты на мощение улиц и устройства для удаления ливневых вод.

В Древней Греции искусство градостроения приобрело особую роль:

- внедрена регулярная планировка, разработанная античным градостроителем Гипподамом Милетским (гипподамова сетка);
- четкое деление города на две части (возвышенную часть в центре города, где располагался священный участок с акрополем и равнинную, нижнюю часть с жилыми, общественными зданиями и с торговой площадью (агорой)).

Величина древнегреческих городов была небольшой 2 – 70 тыс. жителей. Жилая застройка была малоэтажной, высота зданий не превышала 1 – 2 этажей. При строительстве жилья использовались дешевые строительные материалы – глина, тростник, кирпич. Для общественных сооружений – более дорогие и долговечные – известняк, бетон, металлы, гранит, мрамор. Город был защищен стенами по всему периметру.

Раскопки древнегреческих городов свидетельствуют о высоком уровне благоустройства городских территорий. Обнаружены остатки канализационных систем: предварительно очищенная в специальных отстойниках вода

подавалась в город по керамическим трубам. При рынках обнаружены холодильные камеры для хранения рыбы и мяса в жаркие летние месяцы. Хорошо было развито озеленение на внутренних дворах жилых зданий.

Древнегреческие города оказали огромное влияние на формирование древнеримской культуры, которая в свою очередь стала эталоном развития цивилизации того времени и чьи технические достижения оставались непревзойденными вплоть до середины XIX века.

Для городов *Древнего Рима* была характерна регулярная планировка – прямоугольная сеть кварталов, располагающихся строго в двух направлениях: с севера на юг и с запада на восток, на перекрестке которых располагалось основное общественное пространство – форум.

Древние римляне «открыли» улицу как один из важнейших элементов архитектуры города: главные улицы были достаточно широкими 20 – 30 м, обустраивались колоннами; проезжая часть была отделена от пешеходного тротуара; был разработан особый тип мощения каменными плитами с плоским верхом.

Общей системы очистки воды в Древнем Риме не существовало, но есть предположения, что локальная очистка воды осуществлялась с помощью серебряных труб, кроме того, вода подвергалась аэрации в многочисленных фонтанах. Рим был обеспечен и единой канализацией, отличающейся от доримских систем грандиозным масштабом.

В VI в. н. э. в Риме было 11 терм, в которых одновременно могли мыться до 62 тыс. человек, 5 плавательных бассейнов, 27 библиотек, 3 больших театра. Число жителей в Риме превышало 2 млн. человек.

*Экологические проблемы античных городов.* По уровню инженерного благоустройства, качеству дорог, обеспечению водой, удалению сточных и ливневых вод античные города долгое время оставались непревзойденными. Крупномасштабное строительство во времена Римской империи, сопровождавшееся активным использованием строительных материалов, полезных ископаемых, растительности, не привело к чрезмерному обострению противоречий между природной средой и городскими системами. Это объясняется, прежде всего, тем, что имея многочисленные колонии, римляне завозили в свои города уже готовые предметы быта, продовольствие, строительные материалы и металлы, добытые и обработанные далеко от Рима. Таким образом, античные города были в основе своей потребителями, а не производителями, а причиняемый ими ущерб был рассредоточен на значительных территориях.

Однако отмечалась перегрузка улиц транспортом, что приводило к повышенной шумовой нагрузке. Юлий Цезарь был вынужден провести в сенате специальный закон, разрешающий различным видам повозок передвигаться лишь в отведенное для них время суток.

## *Средневековые города Европы*

*Раннее средневековье* характеризуется появлением большого количества новых городов в странах Западной Европы. По данным историков в период с XIII по XV вв. было основано около 700 новых поселений, в числе которых были и будущие европейские столицы. В отличие от древнеримских, средневековые города были небольшими по величине, в среднем, в них проживало от 2 до 10 тыс. жителей. Лишь некоторые города, такие, как Венеция, Флоренция, Милан, Неаполь, игравшие роль мировых торговых и ремесленных центров, имели численность населения около 100 – 200 тыс. жителей.

Важнейшим фактором, влиявшим на характер планировки того времени, были многочисленные войны. Поэтому забота о неприступности города от нападения была крайне важной. Кроме этого, на рост средневековых городов Европы повлияло расположение феодальных замков и монастырей, которые представляли собой ядра будущих городов.

Исследователи отмечают недостаточную прочность средневековых сооружений из-за экономии строительных материалов и слабых фундаментов. Самыми дорогостоящими городскими сооружениями долгое время были крепостные стены. Позднее стали строить крепкие замки – с высокими каменными стенами, на неприступных скалах, среди болот, на обрывах возле рек и озер. Внешне такой замок представлял собой маленький городок. В центре на главной рыночной площади, располагались ратуша и собор. К ней от городских ворот вели улицы. Так складывалась радиальная планировочная структура.

Жесткая необходимость сократить оборонительный периметр хорошо укрепленных стен приводила к экономии территории городов и побуждала наращивать высоту зданий. Так зародился готический стиль в архитектуре, суть которого заключалась в увеличении высоты сооружений с применением новых перекрытий.

Уровень благоустройства городских территорий был чрезвычайно низким. По мере увеличения населения городов жилая застройка уплотнялась, этажность застройки повышалась от окраин к центру, с течением времени в границах города исчезали все незастроенные территории, сельскохозяйственные угодья и сады. Жилые здания надстраивались таким образом, что верхние этажи нависали над нижними, закрывая доступ солнцу. Для складских и торговых помещений использовались подвальные этажи. Улицы средневековых городов были чрезвычайно узкими, не имели тротуаров, утопали в грязи, так как служили естественными коллекторами для сброса нечистот.

*Экологические проблемы средневековых городов.* Сравнение европейских средневековых городов с древнеримскими показывает, что в целом в этот период была снижена общая нагрузка на природные системы. Население уменьшилось, города были небольшими по величине и по площади территорий,

строительные материалы использовались экономно, дома плохо отапливались и освещались, обустройство быта было более чем скромным. Тем не менее, экологические проблемы обострились: значительно уменьшились территории лесов из-за широкого применения древесины в строительстве, для изготовления предметов быта и для приготовления пищи. Наблюдалось частое загрязнение воды сточными водами и мусором, появились новые инфекционные болезни, вызывающие эпидемии, снизилась рождаемость, повысилась смертность.

*Позднее средневековье (Эпоха Возрождения)* – уникальный период в истории цивилизации, который принес множество перемен в области градостроения. Именно в эту эпоху отчетливо выступает принцип ансамблевого решения центра города как художественного целого. Уделяется все большее внимание формированию открытых пространств. Создание градостроительных композиций улиц, площадей сочеталось с развитием садово-паркового искусства. В Италии в XVI в. утвердился пышный и сложный стиль барокко (в России появился гармоничный стиль «русское барокко», в Латинской Америке – «пылающее барокко»). Зародившись в Италии, барокко получил самое яркое исполнение во французском паркостроении, поэтому регулярные сады называют французскими. Позднее, в противовес пышности барокко, стали выдвигаться идеи классической простоты, обращения к природе. Наиболее интенсивно новые идеи развивались в Англии, и нашли отражение в эстетике садов и парков. На смену четко регулируемым садам пришла планировка без прямых линий, обыгрывались элементы природного ландшафта. Такие парковые композиции получили название английских.

*Экологическая обстановка в Эпоху Возрождения.* В городах эпохи Возрождения наблюдалось обращение к традициям античности. Формировалась своего рода коммунальная мораль, при которой каждый горожанин чувствовал ответственность за свой город. За счет магистратов проводилась большая работа по благоустройству городской среды. Города использовали почти исключительно возобновляемую часть ресурсов – древесину, гидроресурсы, морепродукты, сельскохозяйственное сырье.

### *История развитие русских городов*

Подобно городам Египта, Греции, Рима, европейского средневековья, славянские города были вынуждены на протяжении многих столетий защищаться от врагов, создавать вокруг своих поселений мощные оборонительные сооружения. Но помимо внешних врагов, поселения славян, за исключением самых южных районов, имели еще одного противника – холодные зимы. Именно холод предопределил многие особенности строений, включая характер планировки, методы строительства и систему отопления. Второй отличительной особенностью материальной культуры восточных славян было широкое применение дерева. Из древесины строились здания, мастерились предметы быта, дерево широко использовалось для отопления жилищ.

Самыми древними славянскими городами были города антов-руси – восточных славян, в верховьях Оки и Волги, возникновение которых датируется VII-VIII вв. Возникали первые города на Днепре, в числе которых был и Киев. На территории Киевского государства в IX-X вв. существовало 26 городов, в XI в. возникло еще 62 города, в первой трети XIII в. – еще 32 города. Населенный пункт с развитием ремесел и торговли становился городом, приобретая административно-хозяйственные функции.

Макроположение древнерусских городов определялось их размещением. Древнейшие русские города располагались, как правило, вдоль рек и по берегам озёр, служивших основными торговыми путями, или в плодородных опольях – житницах Древней Руси.

Микроположение диктовалось требованиями обороны и торговли. Города возникали на возвышенностях у впадения рек, на островах, полуостровах, в центре сельскохозяйственных территорий, особенно в зоне их контакта с лесом.

Планировка древнерусских городов была компактна. Существовало четкое деление на две основные части: детинец (кремль) – наиболее укрепленная часть поселения, и посад – место жительства основной части населения города. Но в отличие от западноевропейских городов, они имели более низкую плотность застройки.

Начиная с XII века, архитектурно-планировочная структура городов включала территории, непосредственно связанные с ремесленным производством. Они назывались «концами», располагались за пределами основного города, что уже само по себе предусматривало элементарное экологическое зонирование: очаги опасности возникновения пожаров, выделения дыма, копоти, шума и пыли выводились за пределы жилой зоны.

*Экологическая обстановка в древнерусских городах.* Древнерусские города обладали достаточно здоровым микроклиматом, что объяснялось, с одной стороны, достаточно высоким для того времени уровнем благоустройства, с другой – низкой плотностью застройки. Большую опасность для существования городов того времени представляли частые пожары, которые дотла уничтожали деревянные постройки. Применение дерева в строительстве, с одной стороны было благом, так как деревянные строения не наносили значительного ущерба природному окружению. Они постепенно исчезали с лица земли, либо сгорая, либо медленно растворяясь в процессе естественного разрушения. Но активное применение древесины повлекло за собой сначала малозаметные, а затем все более ощутимые экологические изменения в природных системах. Уменьшились площади лесов, в первую очередь пойменных, обмелели реки, а вместе с ними изменился и весь животный и растительный мир на прилегающих к поселениям территориях.

В древнерусских городах соблюдались некоторые экологические нормы: определенные правила удаления отходов, охраны источников водоснабжения; условия такого расположения дымоходов, при котором дым не поступал бы в соседние дома. Поддерживались довольно строгие правила, связанные с

погребением умерших во время эпидемий: на значительно большую глубину и в отдалении от общих мест захоронения.

### *Города в период индустриализации*

Рост городов стал прямым следствием научно-технической революции, приведшей к концентрации производства и населения в них, и проявился в первую очередь в Великобритании. Впоследствии эти процессы стали характерными для всех стран, вставших на путь индустриального развития. Главным градообразующим фактором развития городов в этот период стало развитие промышленности. Наиболее активно развивались города, связанные с горнорудной и угледобывающей, перерабатывающей промышленностью. Новый толчок развитию городов дали железные дороги, первые линии которых протянулись из столичных центров к периферийным промышленным районам, образуя радиальные системы с тупиковыми вокзалами.

Таким образом, в наиболее выгодном положении оказались города, удобно расположенные в экономико-географическом отношении: на пересечении важнейших транспортных магистралей, вблизи от источников сырья и энергии.

*Экологические проблемы городов индустриального периода.* Специфической особенностью этого периода являлось вовлечение в хозяйственный оборот громадных масс ископаемого сырья – невозобновляемых природных ресурсов. После недолгой переработки многочисленные отходы возвращались в виде выбросов и стоков. Тем самым вносился ничем не компенсируемый дисбаланс в природные биогеохимические процессы, естественные круговороты веществ и перераспределение энергии. Появление в промышленном комплексе городов химических производств обусловило поступление в окружающую среду соединений, ранее не существовавших в природе.

Интенсивный рост промышленного производства, применение паровых машин, использовавших уголь, привели к усилению загрязнения воздушного и водного бассейнов. Не случайно в это время все промышленные производства были разделены на три категории. К первой относились производства, не имевшие неблагоприятного воздействия на здоровье человека (например, швейное). Ко второй – производства относительно вредные (например, металлообработка), которые разрешалось строить на окраинах городов. К третьей – производства, размещение которых вблизи городов категорически запрещалось. Развитие промышленного производства потребовало соответствующего транспортного обеспечения. К водному, морскому, железнодорожному видам транспорта прибавился перспективный автомобильный, резко повысивший загазованность воздушной среды.

Ухудшение качества городской среды вызывало серьезную озабоченность общественности. С одной стороны, оно негативно сказывалось на здоровье горожан, с другой – создавало определенные сложности для развития передовых технологий и производств, требующих особой чистоты

окружающей среды. В начале 1960-х гг. отношение общественности, государственных учреждений, ряда фирм к проблеме охраны городской среды изменилось радикальным образом. Стали издаваться законы, обязывающие принимать меры по чистоте отходов и ликвидации последствий загрязнения. Неизбежным стал процесс введения ресурсосберегающих технологий, снижения материалоемкости изделий и энергоемкости производства. Многие «грязные» производства стали размещать в развивающихся странах.

Промышленные предприятия, расположенные в городах, конечно, не только влияли на их экологическое состояние, но и определяли особенности городской планировки. Уже к середине XX века полностью завершился длительный стихийный процесс образования сплошных индустриальных барьеров на окраинах больших городов.

Приведенный краткий, фрагментарный анализ истории взаимодействия природных и городских систем показывает, что экологические проблемы существуют столько же, сколько существуют сами города. Но, по мере развития общества, меняется характер взаимодействия с природным окружением, меняется и суть экологических проблем.

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1. Охарактеризуйте экологические проблемы древнейших городов.*
- 2. Охарактеризуйте экологические проблемы античных городов Древней Греции и Древнего Рима.*
- 3. Охарактеризуйте экологические проблемы средневековых городов Европы.*
- 4. Охарактеризуйте экологические проблемы русских городов.*
- 5. Охарактеризуйте экологические проблемы городов периода индустриализации.*

### ГЛАВА 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРОДОВ

С XIX в. историки, географы, а затем и социологи породили многочисленные подходы к определению города. Они главным образом зависели от научной специализации, мировоззренческих взглядов и специфики творческого видения конкретного ученого. Так, в конце XIX в. немецкий географ и этнолог, социолог; основатель антропогеографии, геополитики Фридрих Ратцель, определяя рамки географии человека, назвал городом «долговременное скопление людей и их жилищ, занимающее значительное пространство и расположенное в центре крупных коммуникаций».

В настоящее время термин «город» имеет много определений.

С точки зрения *количественной теории*: город – значительное и длительное скопление людей на сравнительно незначительной территории.

С точки зрения *политико-административной теории*: город – поселение с определенной территорией, которому государственной властью присвоены особые административные права.

С точки зрения *социальной теории*: город – место, приспособленное для общежития социальной группы сложного характера, внутренне дифференцированный и получивший определенную правовую форму.

С точки зрения *экономической теории*: город – поселение, жители которого занимаются в преобладающей своей части не сельским хозяйством, а ремеслом и торговлей.

Таким образом, современное интегральное определение понятия «город» выглядит следующим образом: *город* - крупный населённый пункт, который имеет развитый комплекс хозяйства и экономики, является скоплением архитектурных и инженерных сооружений, обеспечивающих жизнеобеспечение населения, и жители которого заняты, как правило, не сельским хозяйством.

Любой город обладает определенными характеристиками:

- *урбанистическая концентрация* (один из фундаментальных признаков города) – высокая концентрация объектов и населения, занимающегося различными видами деятельности на ограниченной территории;

- *многофункциональность* позволяет более полно использовать потенциал города, а именно: географическое положение, специфическую среду, развитую инфраструктуру, высококвалифицированные кадры, производственные фонды и т. д.;

- *динамизм* проявляется благодаря концентрации взаимодействующих объектов в пределах ограниченной территории: маятниковая миграция, пиковые нагрузки на транспорте, непрерывность действия многих производств;

- *саморазвитие города* – трансформация отраслевой и планировочной структур, пространственная дифференциация городской среды;

- *историческая многослойность* – наличие культурного слоя, своеобразная аккумуляция истории;

- *противоречивость и проблемность* выражены поиском компромисса между природной и техногенной средами.

Существуют различные классификации городов по типологическим признакам.

*Численность населения города* – один из самых распространенных критериев классификации городов. Диапазон численности городов очень широк: от исторически сложившегося малого города с численностью населения от 5 до 20 тысяч жителей до быстро развивающегося столичного центра с численностью более 10 миллионов человек.

В России городами считаются те поселения, в которых число жителей составляет более 12 тыс. чел. и основная часть населения не связана с сельскохозяйственным трудом. Выделяют следующие группы городов: малые (до 50 тыс. чел.), средние (50 – 100 тыс. чел.), большие (100 – 250 тыс. чел.), крупные (250 тыс. – 1 млн. чел.), крупнейшие (миллионеры) (более 1 млн. чел.). В последнее время выделяют еще одну группу: сверхкрупные города (мультимиллионеры) – с числом жителей более 5 млн. чел.

Увеличение городов по численности населения и по площади привело к появлению новых территориально-пространственных форм расселения, отличающихся от традиционных понятий «села» и «города».

При увеличении городского населения образуются *агломерации*. Различают моноцентрические и полицентрические агломерации. *Моноцентрическая агломерация* – скопление населенных пунктов вокруг крупного города (ядра агломерации), которые объединены в одно целое интенсивными хозяйственными, трудовыми и социально-культурными связями. Городская агломерация полицентрического типа, имеющая в качестве ядер несколько более или менее одинаковых по размеру и значимости городов при отсутствии явно доминирующего центра носит название *конурбация*. Скопление агломераций, слившихся друг с другом и образующих сплошную полосу городского расселения приводит к образованию *мегаполиса*. *Мегалополис* – иерархическая по сложности и масштабам система поселений, состоящая из большого числа конурбаций и агломераций. *Экуменополис* (греч. οἰκουμένη – *Вселенная, обитаемый мир* и πόλις – *город*) – сверхагломерация или глобальная агломерация, образующая сплошную сеть расселения на поверхности Земли.

Другая распространенная система классификации городов – *по функциональным признакам*. Выделяют *центральные* функции городов – удовлетворяют потребности окружающей территории (административные центры разного уровня – от центров административных районов до столиц); *специальные* функции – определяют специализацию города (промышленные, научные, рекреационные, религиозные центры). По функциональным признакам различают *монофункциональные* и *полифункциональные* города, объединяющие в различном соотношении самые разнообразные функции (производство, обслуживание, торговля, образование, культура, транспорт и т.д.). Как правило, чем больше центральных и специальных функций у города, тем выше численность его населения.

Любой город можно рассматривать как природно-социальный комплекс и осуществлять внутри него функциональное зонирование, в результате которого выделяют ряд *типологических единиц города* – *селитебные* территории (жилые зоны) и *внеселитебные* территории (промышленные, коммунально-складские, общественно-деловые, рекреационные зоны, зоны внешнего транспорта, специального назначения, военных объектов).

Основное звено в структуре селитебных территорий – планировочный (административный) район, включающий микрорайоны, кварталы и жилые комплексы. Планировочная структура города выражается во взаимном расположении основных функциональных зон и системе связей между ними.

Таким образом, функциональное зонирование города отражает, прежде всего, различия в характере использования различных частей города.

В процессе развития цивилизации происходит неуклонный рост городского населения. Повышение роли городов наблюдалось на всем протяжении истории человечества, но лишь в XIX в. начинается существенная концентрация людей в городах, которая усиливается в XX в. и достигает своего пика после второй мировой войны. XX век можно назвать «веком урбанизации».

*Урбанизация* (лат. *urbanus* – городской) – процесс роста городов и городского населения, сопровождаемый повышением роли городов, широким распространением городского образа жизни в развитии общества, увеличением численности городского населения и проявлением городских черт жизни в сельской местности.

К урбанизированным территориям относятся участки суши, занятые поселениями городского типа и связанными с ними производственными, транспортными и инженерными сооружениями.

*Причины урбанизации* – постоянное увеличение объемов и разнообразия человеческой деятельности, а именно развитие промышленного производства, непроизводственной градообразующей деятельности; интенсификация сельского хозяйства, межфункциональное взаимодействие (интеграция различных видов деятельности), влияние мирового хозяйства, развитие международной торговли.

Для современной урбанизации характерны следующие особенности:

- распространение внеурбанизированных ареалов городского образа жизни;
- усложнение функций городов, развитие крупных городских агломераций, переход от точечных агломераций к линейным;
- концентрация, интенсификация, дифференциация и разнообразие городских видов деятельности в городах и агломерациях.

У процесса урбанизации есть свои особенности.

Возможна *гиперурбанизация*, проявляющаяся в образовании зон неконтролируемого развития городских поселений и перегрузки естественного ландшафта, где нарушено экологическое равновесие. Для развивающихся стран характерна «ложная урбанизация», сопровождающаяся быстрым

территориальным ростом городов и увеличением их численности, но не сопровождающаяся улучшением социальных, экономических условий и повышением качества городской среды.

Для *субурбанизации* свойственен отток населения в пригородные зоны, а также стремительное разрастание пригородных территорий, которые охватили не только область жилого, но и общественного строительства.

*Рурурбанизация* характеризуется внедрением городских норм и условий жизни на селе.

Для формы пространственного развития урбанизационных процессов присущи *экстенсивность* (пространственное распространение городских систем, занимающих все более значительные площади, а также вовлечение все новых территорий в сферу своих интересов и деятельности), *интенсивность* (качественное преобразование городских форм на уже освоенной территории, которое включает в себя оптимизацию взаимного расположения функционально-структурных элементов, повышение эффективности их использования, усложнение и дифференциацию внутренних взаимосвязей) и *интегративность* (повышение взаимосвязанности между отдельными городскими системами, сельской местностью и природной средой, превращение их из отдельных, относительно автономных образований в единую систему).

Современные всемирные тенденции развития городов позволяют выделить три основные городские системы:

- *приматная городская система*, характеризующаяся наличием одного крупного городского поселения, доминирующего в национальной городской системе, где концентрируется непропорционально большой объем населения и экономической активности;

- *сбалансированная городская система*, где каждый город в городской иерархии относительно слабее стоящего выше его и относительно крупнее, стоящего выше;

- *транснациональная городская система* определяется связанными экономически (главным образом в сфере услуг и финансов) городами различных государств.

В начале 1960-х гг. американский архитектор и урбанист Кевин Линч (K. Lynch) провел серию исследований о восприятии одного и того же города различными людьми разных профессий и принадлежащих к разным социальным слоям общества. Основой для анализа послужили интервью об образах центральных частей Бостона, Лос-Анджелеса, Нью-Джерси. В ходе исследования было выделено 5 основных частей города:

- *пути (paths)* – это так называемые каналы, по которым движется наблюдатель (улицы, пешеходные дорожки, транзитные линии, каналы и железные дороги);

- *края (edges)* – это границы между двумя фазами, линейные разрывы в непрерывности (берега реки, выемки железных дорог, края застройки и стен);

– *районы (districts)* – это большие городские районы, в которые наблюдатель может мысленно проникнуть. Физические характеристики, определяющие районы: текстура, пространство, форма, деталь, символ, тип здания, использование, деятельность, жители, степень обслуживания, топография;

– *узлы (nodes)* – это стратегические очаги (перекрестки, станции метро, железнодорожные станции, городские площади);

– *земли (landmarks)* – это точечные ссылки, которые находятся вне наблюдателя, а простые физические элементы различаются по масштабу.

В реальном случае ни один из этих элементов не изолирован друг от друга. Районы структурированы узлами, обозначены краями, пронизаны дорожками и усыпаны достопримечательностями. Эти элементы являются сырьем для создания экологического образа в масштабе города.

К. Линч сделал предположение, что образом города является общий ментальный рисунок, восприятие которого зависит от целого ряда причин, в числе которых возраст, социальное положение, статус, уровень образования. Американский социальный психолог С. Майлгрэм (S. Milgram), пытаясь объяснить причину данного феномена, пришел к выводу, что ментальные карты основываются на личном опыте, интересах и собственных знаниях о социально значимых «важных зонах» города.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. *Дайте определение понятию «город» с точки зрения количественной, политико-административной, социальной и экономической теорий.*
2. *Перечислите характеристики города.*
3. *Приведите классификацию городов по численности населения.*
4. *Приведите классификацию городов по функциональным признакам.*
5. *Охарактеризуйте типологические единицы города.*
6. *Дайте определение понятию «урбанизация».*
7. *Перечислите причины и особенности урбанизационных процессов.*
8. *Охарактеризуйте виды урбанизации.*
9. *Перечислите все существующие территориально-пространственные формы расселения.*
10. *Дайте характеристику основным городским системам.*

## ГЛАВА 4. ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Городское пространство – сложное образование, включающее следующие компоненты: географический (природный ландшафт, климатические условия), объектный (улицы, площади, парки, здания, памятники, рекламные сооружения, транспорт, общественная или частная формы собственности); субъектный (сеть различного рода социальных связей, взаимоотношений и взаимодействий).

Термин *urban design* (градостроительное проектирование) был предложен в 1956 году на международной конференции в Гарвардской высшей школе дизайна.

Градостроительное проектирование изучает:

- городскую структуру – каким образом местоположения (районы) города связаны друг с другом;

- городскую типологию – пространственные типы и морфологии, влияющие на частоту и интенсивность использования градостроительных структур;

- доступность – обеспечение простоты и безопасности перемещения через пространства города;

- узнаваемость – обеспечение понимания предназначения местоположения, а также осознания того, в каком месте находится горожанин в данный момент времени;

- оживление – проектирование местоположений таким образом, чтобы стимулировать интенсивность использования градостроительных форм горожанами;

- взаимодополнительное (комплементарное) смешанное использование – такое размещение разнообразных видов активности горожан, чтобы осуществлялось взаимодействие между ними;

- характер и значение – узнаваемость и оценка различий между местоположениями города;

- закономерность и случайность – обеспечение баланса единообразия и разнообразия городской среды;

- гражданское общество – создание местоположений, где горожане могут осуществлять политическое взаимодействие как граждане государства, как политические субъекты.

Конструктивные задачи по градостроительству обычно рассматриваются и решаются в рамках системы научных и проектных работ по градостроительству *разного территориального уровня*.

К настоящему времени в России в результате многолетнего развития сформировалась достаточно сложная и четкая иерархически построенная система таких работ:

- работы *макротерриториального уровня* – генеральная схема расселения на территории Российской Федерации.

– работы *мезотерриториального (субрегионального) уровня* – схемы и проекты районной планировки на региональном уровне, которые с экологической точки зрения являются программами управления природоохранной деятельностью;

– работы *микротерриториального уровня* – проекты планировки городов и поселков.

*Градостроительная система* – совокупность пространственно организованных и взаимосвязанных материальных элементов – технически освоенных территорий, зданий и сооружений, дорог и инженерных коммуникаций, совместно с природными компонентами среды на разных территориальных уровнях.

*Планировочная организация* – это определенная пространственная структура системы города, главными элементами которой являются: природно-планировочные элементы, исторические условия развития города, функциональный тип города и т.д.

При проектировании города выявляют «каркас» его территории – наиболее интенсивного освоения и сосредоточения наиболее важных функций, обычно связанных с центром города и главными транспортными магистралями. В обобщенном виде он фиксирует геометрию плана и предопределяет тенденции дальнейшего территориального развития города.

В истории градостроительства различают 2 основных типа планировки:

– *регулярная* планировка, в основе которой лежит сознательно построенный план;

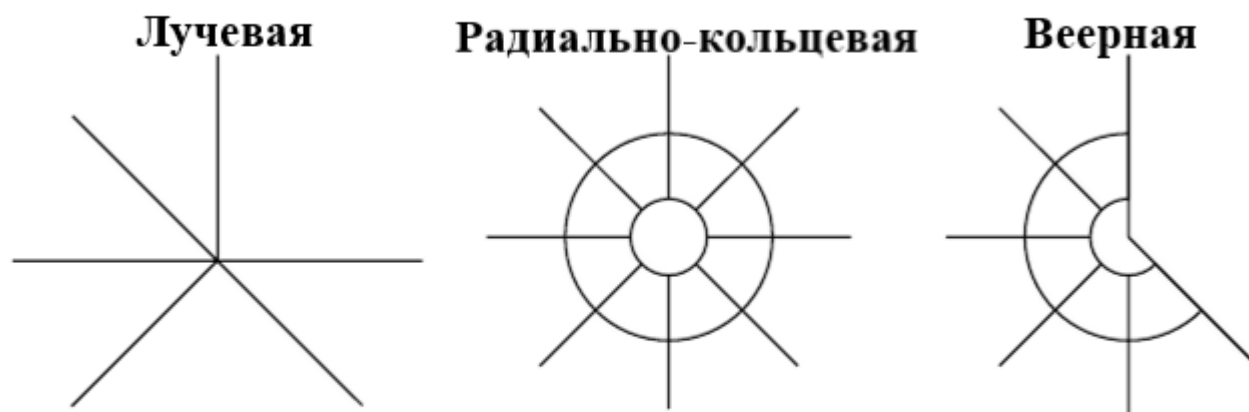
– *нерегулярная* (спонтанная) планировка, когда города возникали и развивались стихийно. На структуру города оказывали влияние внешние и внутренние факторы, такие как рельеф, расположение дорог и рек, стратегические и экономические причины, национальные традиции (рис. 1).

В таблице 1 показаны положительные и отрицательные стороны различных планировочных структур городов.

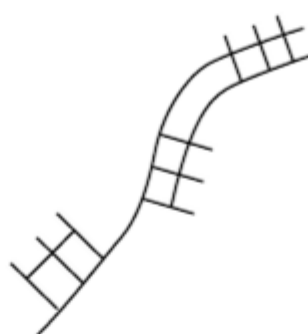
В теории градостроительства исследуются закономерности формирования и функционирования градостроительных образований, разрабатываются принципы и критерии принятия проектных решений. Существуют основные теории расположения городов.

1. *Теория транспортного изменения* была впервые представлена в работах американского социолога К. Кулия (С. Cooley) в 1894 г. В основе данной теории происхождения городов лежит смена доминирующих транспортных средств доставки грузов. Развиваются те города, в которых сконцентрированы доминирующие виды транспорта.

## **I. Центрическая планировка**



## **II. Линейная структура**



## **III. Решетчатая структура**



Рис. 1. Виды планировочных структур города (по: И.Н. Ильина, 2017)

Таблица 1

## Оценка планировочной структуры городов с позиции удобства транспортного обслуживания

| Структура         | Оценка |                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Центричная</b> | « + »  | удобный доступ к центру города                                                                                                                                                                                              |
|                   | «—»    | центр оказывается перегружен;<br>на периферии радиальные направления расходятся слишком далеко друг от друга,<br>что вызывает необходимость создания новых и новых кольцевых связей                                         |
| <b>Линейная</b>   | « + »  | обеспечивает удобную связь всех частей города                                                                                                                                                                               |
|                   | «—»    | основная продольная ось оказывается перегруженной; рост города в продольном направлении ограничен разумной продолжительностью поездки;<br>рост города в поперечном направлении ограничен емкостью основной продольной связи |
| <b>Решетчатая</b> | « + »  | обеспечивает относительную равномерность загрузки; обеспечивает высокую пропускную способность за счет многократного дублирования направлений                                                                               |
|                   | «—»    | территориальный рост ограничен разумной продолжительностью поездки;<br>более интенсивное освоение существующей городской территории ограничено жесткой структурой решетки и пропускной способностью улично-дорожной сети.   |

2. *Теория выяснения функциональной специализации города* характеризует, главным образом, лишь города, специализирующиеся на обработке сырья, связанные с особыми условиями окружающей среды и местом расположения.

3. *Теория центрального места города* получила свое отражение в 30-х годах XX в. в работах немецких географов В. Кристаллера (W. Cristaller) и А. Лэма (A. Lam). Концепция базируется на утверждении, что для поддержания городской территории необходимо значительное количество продуктивных сельскохозяйственных земель. Возникают отношения, в которых город создает зону торговли, также необходимую для функционирования сельской территории. Жители города и пригородов нуждаются в разного рода взаимных услугах. Для того, чтобы оказываемые услуги были прибыльны, необходимо статистически определяемое количество потребителей. Кроме того, чтобы жители пользовались услугами, необходимо, чтобы они проживали не дальше определенного расстояния. Существует своего рода порог (*thgeshold*), дальше которого потребителям перестает быть удобно и выгодно пользоваться удаленной булочной, больницей, что в свою очередь создает потенциальную возможность появления новых булочных, больниц.

*Кристаллеровская решетка* – сеть центральных мест, покрывающих всю заселенную территорию, и имеющих форму смежных правильных шестиугольных ячеек без просвета. Центры этих ячеек становятся узлами шестиугольной решетки более высокого порядка, а они – узлами решетки ещё более высокого порядка и так далее – вплоть до высшего уровня с единственным центром. Поселения размещаются в форме гексагональной решетки, так как это наиболее эффективный способ для предоставления услуг районам без каких-либо накладок (рис. 2).

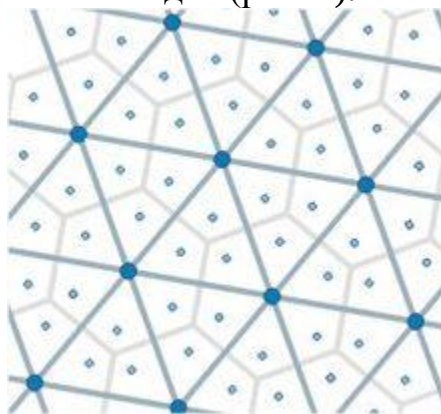


Рис. 2. Кристаллеровская решетка (по: L.J. King, 1985)

*Центральные места* – экономические центры, обслуживающие себя и предоставляющие товары и услуги своему округу, формируя сеть

населенных пунктов с доступом к объектам сферы услуг и перемещением между собой (рис. 2).

В кристаллеровской решетке существует *иерархия* – такая система между населенными пунктами, при которой определенный населенный пункт (с ростом уровня иерархии), поднимающийся «выше», оказывает все больше услуг пунктам, стоящим «ниже». Тип иерархии определяется количеством центральных мест следующего более низкого уровня иерархии. Количество мест на каждой ступени иерархии ( $K$ ) имеет следующий вид:

$$M_n = (K - 1)^n,$$

где  $M_n$  – число зависимых мест на той или иной степени иерархии,  $n$  — степень иерархии.

Существуют варианты иерархии систем в зависимости от принципов расселения (рис. 3).

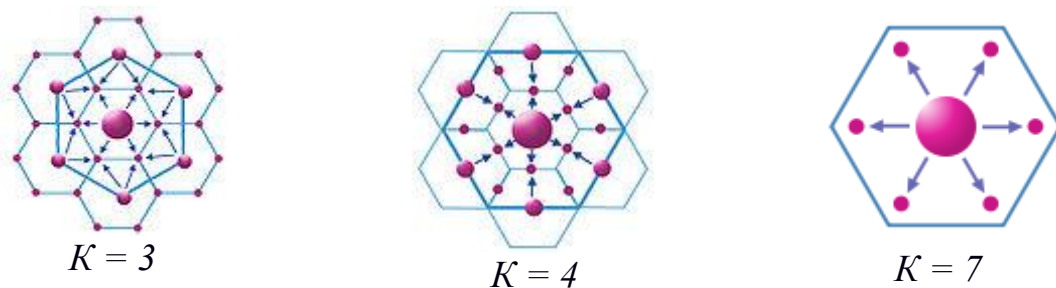


Рис. 3. Варианты иерархии систем в зависимости от принципов расселения (по: L.J. King, 1985)

*Рыночный принцип* ( $K = 3$ ) создает оптимальную форму рыночных зон, где население приобретает товары и услуги в данном центральном месте, которое обслуживается тремя центральными местами более высокого уровня иерархии и находится на одинаковых расстояниях от них, что достигается наименьшим числом центральных мест.

*Транспортный принцип* ( $K = 4$ ) формирует условия для транспортировки, где наибольшее число центральных мест будет расположено на одной дороге, соединяющей более крупные города, обеспечивая минимальные издержки на строительство дороги, находясь на кратчайшем расстоянии до двух ближайших центров более высокого уровня иерархии.

*Административный принцип* ( $K = 7$ ) необходим для четкого административного контроля, когда все центральные места, зависимые от данного места, полностью входят в его зону.

Теория центральных мест часто используется при планировании розничной сети торговли. Иерархия торговых центров позволяет оптимально удовлетворять потребности населения. В основании

иерархической пирамиды располагаются малые торговые точки (киоски, пекарни, почта и так далее), которые продают товары «низкого» порядка. На вершине пирамиды располагаются большие центры продаж товаров «высокого» порядка (ювелирные магазины, большие торговые ряды и торговые центры), которые продают населению товары более высокого порога и спроса. Продукты первой необходимости предоставляются в каждом населенном пункте (в том числе в деревнях), товары повседневного спроса (одежда, бытовые услуги) – в средних поселениях (райцентрах), предметы роскоши (ювелирные изделия, театры, музеи) только в крупных городах (областных центрах).

Система образования строится также на основе теории центральных мест. Начальное образование можно получить в любой деревне, для получения среднего образования необходимо учиться в школе, расположенной в райцентре, чтобы получить среднее специальное образование надо учиться в городе и, наконец, закончить высшее учебное заведение можно только в областном центре. При этом по мере продвижения вверх по лестнице образования число учебных центров уменьшается, а количество обучающихся растет.

Модель предполагает следующие допущения: однородная поверхность; население распределено равномерно; населённые пункты располагаются на одинаковом расстоянии; ресурсы распределены равномерно; совершенная конкуренция, где продавцы максимизируют свои доходы; у потребителей одинаковая покупательская способность и спрос; перемещение во всех направлениях осуществляется только на одном виде транспорта; транспортные издержки пропорциональны расстоянию: чем больше расстояние, тем выше издержки.

#### 4. «Экономический ландшафт» А. Лёша (A. Lösch).

В 1954 г. вышла работа немецкого экономиста и географа А. Лёша «Географическое размещение хозяйства», где была представлена более сложная модель размещения городов, максимально приближенная к реальному миру. Экономический ландшафт представляет собой переплетение рыночных зон различных товаров и услуг. В любой точке этого ландшафта есть спрос на определенные товары и услуги: товары длительного пользования и повседневного спроса, допускающие длительное хранение и скоропортящиеся, услуги частые и редкие. Объем спроса принято изображать в форме конуса, круговое основание которого и есть элементарная рыночная зона (рис. 4). Чем дальше от центра круга (места производства товара), тем выше цена и ниже спрос. В определенной точке цены одного и того же товара двух соседних производителей становятся одинаковыми; тут и проходит граница рыночных зон (рис. 4).

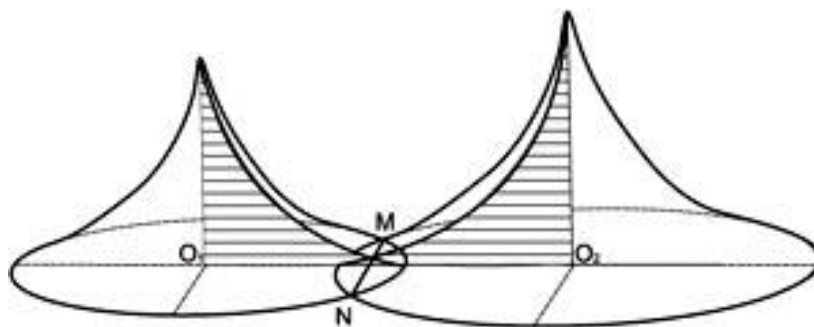


Рис. 4. Конусы спроса и граница рыночных зон (MN) (по: А. Лёш, 1959)

А. Лёш изучал размещение производства и географию сбыта пива, тогда еще в основном не пастеризованного: его нельзя было хранить и перевозить на большие расстояния. Чем дальше от пивоварни, тем выше становилась цена пива, пока она не сравнивалась с ценой пива, произведенного в соседнем городе. В Германии пиво пили везде, вся ее территория должна была покрываться рыночными зонами – основаниями конусов спроса на пиво. При этом круги в идеальном случае усекаются конкурентами до правильных шестиугольников, образующих решетку (рис. 5). Центры конусов – города.

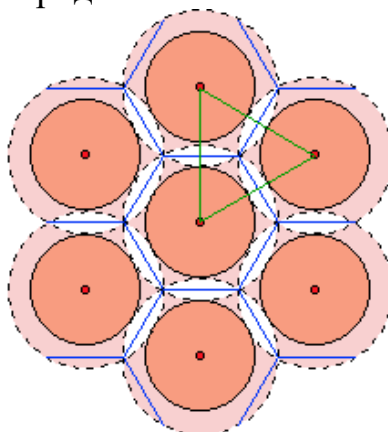


Рис. 5. Гексагональная решетка элементарных рыночных зон (по: А. Лёш, 1959)

Теория Лёша позволила увидеть, как изменяется размещение городов по мере роста доли городского населения. Когда доля населения составляет примерно 30 %, города располагаются в узлах правильной шестиугольной решетки (рис. 6). Когда оно составляет 50 – 60 %, решетка как бы переформируется, и города оказываются в серединах ребер; их становится существенно больше, а расстояния между ними сокращаются (рис. 6). Когда доля городского населения приближается к 90 %, города находятся внутри ячеек решетки (рис. 6).

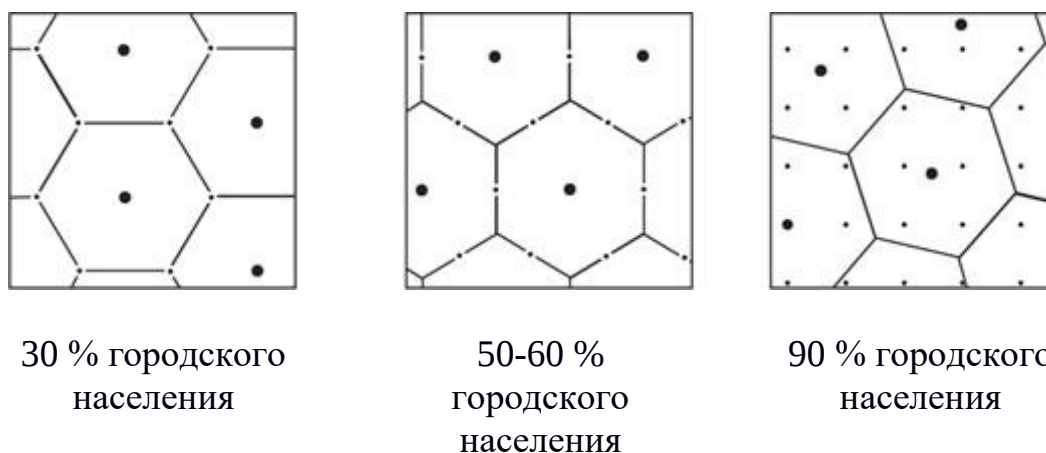


Рис. 6. Расположение городов при разной доли городского населения (по: А. Лёш, 1959)

Важной характеристикой урбанизированных территорий является зональное разделение города. Условно можно выделить два подхода при зонировании территории городов: *биологический* и *геоэкологический*. В первом случае основными критериями подобного разделения являются длительность и сила антропогенного воздействия на популяции растений и животных. Во втором случае исследователи ориентируются на так называемые градообразующие факторы, которые являются основными в процессе создания города и непосредственно влияют на его рост. Оба подхода, в конечном счете, отражают пространственно-временную неоднородность городской территории по степени антропогенной трансформации среды.

### Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение понятиям «городское пространство», «градостроительная система», «планировочная организация».
2. Охарактеризуйте основные виды планировки города.
3. Обоснуйте основные теории расположения городов.
4. Раскройте суть теории центральных мест В. Кристаллера.
5. Раскройте суть теории «экономического ландшафта» А. Леша.

## ГЛАВА 5. ГОРОД КАК ЭКОСИСТЕМА

*Городская среда обитания* представляет собой совокупность конкретных основополагающих условий, созданных человеком и природой в границах населенного пункта, которые оказывают влияние на уровень и качество жизнедеятельности человека.

*Качество городской среды обитания* – способность городской среды удовлетворять объективные потребности и запросы жителей города в соответствии с общепринятыми в данный момент времени нормами и стандартами жизнедеятельности.

Как сложную систему город можно представить в виде динамического взаимодействующего сочетания двух субсистем – *природной* и *антропогенной*, которые в свою очередь подразделяются на ряд взаимодействующих подсистем:

- природная – на геосистему, гидросистему, аэросистему и биосистему;
- антропогенная – производственную, градостроительную, инфраструктурную.

Природная субсистема характеризуется сложными геохимическими и биологическими процессами, протекающими на территории города: преобразованием горных пород, участием в регенерации кислорода и воды в результате реакции фотосинтеза и кругооборота в природе других элементов, почвообразованием и т. п.

Антропогенную субсистему характеризуют создание и дальнейшее развитие структур техногенного происхождения, преобразование естественных ландшафтов в культурные.

Взаимное влияние природной и антропогенной систем весьма велико, однако главное их различие заключается в том, что природная субсистема способна к саморегуляции и не нуждается в активном действии на нее антропогенной субсистемы, а антропогенная система, напротив, всецело зависит от природной. При этом человек как элемент природной субсистемы и одновременно социальное существо не просто влияет на антропогенную субсистему, а создает ее, тем самым он оказывает очень большое влияние и на природную субсистему, нередко лишая ее способности к саморегуляции. Таким образом, все процессы жизнедеятельности города (потребление городом энергии, природных ресурсов, пищевых продуктов) должно регулировать общество.

По мнению Ю. Одума промышленные города – это гетеротрофные экосистемы, получающие энергию и ресурсы с окружающих территорий. Это сравнение справедливо, ведь вся целостная система города (с его инфраструктурой, жилищно-коммунальным хозяйством, рекреационными зонами) оказывает огромное влияние, как на внутреннюю, так и на

внешнюю по отношению к ней среду, формируя пространство экологических ниш для человека и других обитающих в городе видов.

Специфическими чертами городских экосистем урбоэкосистем, отличающих их от природных, являются:

- потребность в концентрированной (высококачественной) энергии для поддержания повышенного удельного метаболизма;
- повышенная потребность в поступающих извне материальных ресурсах;
- формирование мощного и опасного потока плохо утилизируемых и биотрансформированных отходов.

В изучении городских экосистем важное место занимает группа понятий надежности урбоэкосистемы. Понятие надежности раскрывается рядом таких свойств, как устойчивость, равновесие, живучесть и безопасность, уязвимость и эластичность.

*Устойчивость* – имманентное свойство урбоэкосистемы, характеризующее способность:

- выдерживать изменения, создаваемые внешними воздействиями (например, техногенными воздействиями на природный ландшафт);
- оказывать сопротивление внешним (техногенным) воздействиям;
- обнаруживать способность к восстановлению или самовосстановлению.

*Равновесие* – способность урбоэкосистемы сохранять устойчивость в пределах регламентируемых границ при антропогенных воздействиях.

*Живучесть* – свойство, характеризующее способность урбоэкосистемы к самовосстановлению.

*Безопасность* – свойство, определяющее риск потерь устойчивости, равновесия и живучести.

*Уязвимость* представляет собой степень ущерба, которому подвергается урбоэкосистема в результате стресса.

*Эластичность* является мерой способности к самовосстановлению после нанесенного ущерба.

Особенности городской экосистемы проявляются в таких ее характеристиках как полиморфность (сочетание природной и антропогенной подсистем), чрезвычайная зависимость от смежных экосистем, аккумулярующая способность, большая неуравновешенность основных структур.

*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. Выделяют потребности в площадях для строительства, в воде, в рекреационных ресурсах и т. п. Показателем, характеризующим потребности населения, является *демографическая емкость* – это максимальное количество жителей, которое может проживать в границах района, при условии обеспечения потребностей населения и сохранения экологического равновесия. Демографическая емкость территории – это эколого-экономическое понятие, которое отражает некий планировочный порог, за пределами которого нарушается равновесие всех природных, хозяйственных и социальных условий.

Экологическое равновесие может быть достигнуто только на обширных территориях, поскольку плотно застроенный город не в состоянии обеспечить воспроизводство основных природных ресурсов. Охраняемые природные заповедники и лесные массивы, почво- и водоохранные зоны создают не только для сохранения ценных ландшафтов, редких видов флоры и фауны. Они приобретают новую функцию – противовеса негативному воздействию индустриализации.

Характеристиками функционирования природной среды, определяющими экологическое равновесие, являются:

- *репродуктивная способность территории* (способность территории воспроизводить основные компоненты природной среды: кислород атмосферного воздуха, воду, почвенно-растительный покров);

- ее *экологическая емкость* (плотность биомассы представителей животного и растительного мира на единицу территории, с учетом оптимального состава и численности для данного природно-географического района);

- *геохимическая активность* (способность территории перерабатывать и выводить за свои пределы продукты техногенной деятельности);

- *биохимическая активность* (способность биологически перерабатывать органические загрязнения и нейтрализовать вредные воздействия неорганических загрязняющих веществ, устойчивость территорий к физическим нагрузкам);

- *устойчивость территории к физическим нагрузкам* (сопротивляемость ландшафта к воздействию застройки, транспорта, инженерной инфраструктуры, рекреационных зон и т.п.).

Эти характеристики выражаются количественными показателями.

В концепции устойчивого развития городов, провозглашенной ООН, понятие городской среды обитания не ограничивается экологическими аспектами взаимодействия человека и природы. Город рассматривается

как целостный антропогенно-природный комплекс, где обществом должны быть обеспечены и сохранены для потомков оптимальные условия существования. Не в ущерб экологической составляющей усилена привлекательность городской среды за счет упорядочения хозяйственно-экономической деятельности и расширения различного вида услуг. Экологическое благополучие населения определяется также его уровнем жизни, обусловленным экономическими факторами. Другая проблема формирования градостроительной базы связана с экологической безопасностью среды обитания.

*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 хозяйственной деятельности на окружающую природную среду и ее рациональное использование в интересах настоящего и будущего поколений.

Считается, что территория находится в состоянии *полного экологического равновесия*, если природная среда обеспечивает воспроизводство своих компонентов. Полное экологическое равновесие освоенных территорий не всегда достижимо. Поэтому различают *условное экологическое равновесие* (компоненты природной среды не воспроизводятся в полной мере) и *относительное экологическое равновесие территорий* (урбанизированная территория оказывается нагруженной в пределах допустимых воздействий, но полное воспроизводство компонентов природной среды не обеспечивается).

Существует два варианта комплексной оценки уровня экологического благополучия городской среды: 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. 7).

*Краховое состояние* – массовые смертельные исходы среди населения, невосстанавливаемые поражения природной среды и разрушения функциональной и композиционной систем организации городской среды.

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

*Кризисное состояние* – сигнальные случаи заболевания населения,

очаговые поражения природных ресурсов, нарушения требований градостроительных СНиПов и принципов композиции, затрудняющих реализацию функционально-утилитарных и художественно-эстетических потребностей человека.

*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.

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

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

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



Рис. 7. Экологическая пирамида состояния городской среды (по: В.А. Хомич, 2006)

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.

Индекса устойчивого развития города рассчитывается по формуле 1:

$$I_{y.p.z} = \sum_1^n \frac{P_{cp}}{P_n} \cdot K_i, \quad (1)$$

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 социо-эколого-экономические показатели.

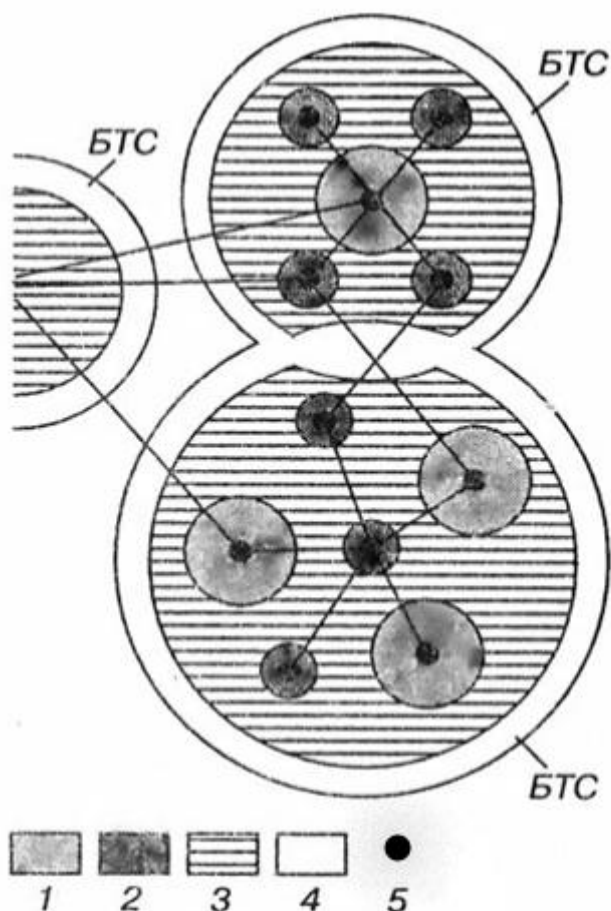
По значениям балльного показателя и индекса устойчивого развития города анализируется динамика изменения качества городской среды. Устойчивость и развитие городской среды предполагают повышение уровня экологического баланса населения.

В результате природоохранного анализа и экологического зонирования территории создается экологический каркас региона, представляющий собой совокупность биоэкономических территориальных систем (БТС), в которых выделяют зоны с различными экологическими и хозяйственными режимами (рис. 8).

*Зоны наибольшей хозяйственной активности* объединяют системы расселения крупных городов – центров регионов, агломераций и местных планировочных образований. Это наиболее плотно заселенные территории и поэтому техногенное воздействие на природу здесь велико. Помимо промышленности эти районы могут включать зоны с интенсивным сельским хозяйством или предприятиями добывающей промышленности.

В *зонах экологического равновесия* сохраняются ландшафты, необходимые для воспроизводства природных ресурсов, проводятся мероприятия по защите окружающей среды, сохранению водного баланса, чистоты рек и других открытых водоемов, всемерно ограничивается промышленное использование земель, запрещается хозяйственная вырубка лесов.

*Буферные зоны* несут функции компенсации экологической неполноценности региональных систем расселения в наиболее заселенных районах страны. Они также обеспечивают экологическое равновесие в перспективе при дальнейшем хозяйственном развитии регионов. Буферные зоны увязывают с внешними границами БТС, а ширину назначают в пределах 100 – 150 км. Стремятся установить хозяйственно-экономический режим по аналогии с зонами экологического равновесия.



- 1 – зона наибольшей хозяйственной активности
- 2 – зона ограниченного развития
- 3– зона экологического равновесия
- 4 - буферная зона
- 5– города – центры планировочных образований

Рис. 8. Схема экологического каркаса пространственной организации расселения (по: Н.В. Маслов, 2002)

*Компенсационные зоны* призваны возмещать изъятие системами расселения природных ресурсов в масштабе страны. Для этой цели используют наименее освоенные территории, как правило, обладающие значительным экологическим потенциалом.

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).

Экологический каркас городов строят, учитывая его величину, профиль градообразующей базы и характерные особенности биосферы.

При построении экологического каркаса:

- объединяют крупные зеленые массивы города с элементами экологического каркаса окружающей территории. Эти элементы расценивают как логическое продолжение природного каркаса города.

- увязывают элементы городского каркаса в единую систему. Зеленые насаждения включают в «сетку» экологических связей, на пересечении которых стараются формировать зеленые массивы.

- обеспечивают проникновение относительно автономных частей каркаса во все планировочные структуры города – жилые районы и микрорайоны, промышленные и коммунально-складские зоны. Эти части каркаса формируют одновременно с развитием архитектурно-планировочной структуры города и возведением новых городских массивов.

Таким образом, в генеральном плане города, проектах планировки и проектах застройки учет факторов природной среды проводится в двух аспектах:

- создание комфортных условий для жизнедеятельности людей в городе;

- регулирование состояния, охрана и экологическая безопасность окружающей среды.

Многие исследователи город рассматривают как живой организм, связанный с окружающей средой материальными и энергетическими потоками. По аналогии с биологическим метаболизмом, существует концепция городского метаболизма, согласно которой город представляет собой совокупность преобразований материи и энергии внутри города и его окружающей среды.

*Городской метаболизм* – это совокупность технических и социально-экономических процессов, происходящих в городах, что приводит к росту города, производству энергии и образованию отходов. Выделяют четыре основных процесса в городском метаболизме:

- преобразование энергии пищи в энергию, которая поддерживает жизнь людей и других организмов;

- конверсия топлива в энергию, которая управляет городскими процессами, поддерживает порядок материалов и устраняет отходы;

- предоставление энергии для строительства городской инфраструктуры и услуг, обеспечивая тем самым хорошие условия жизни для жителей;

– строительство мостов, больниц, дорог и другой инфраструктуры для поддержки будущего развития города.

С точки зрения практиков, анализ городского метаболизма становится признанным в качестве стандартного и необходимого шага к устойчивому развитию городов.

В настоящее время существует два подхода к оценке городского метаболизма:

– *энергетический подход*, предложенный 80-х годах XX в. Г. Т. Одумом, основанный на использовании меры качественных различий между различными формами энергии («*emergy*»), предназначенной для отслеживания и учета метаболических потоков путем измерения солнечной энергии прямо или косвенно используемой для создания продукта или предоставления услуги;

– *анализ потока материала*, учитывающий вещества, поступающие в систему, запасы системы и потоки внутри нее, а также конечные оттоки из системы к другим системам в виде отходов или экспортных товаров.

В настоящее время при оценке городского метаболизма отдается предпочтение анализу потоку материала, поскольку при его использовании применяются более удобные единицы, которые доступны для понимания общественности, рабочих, государственных чиновников и исследователей. Анализ материальных потоков рассчитывается на основании массы материалов, потребляемых городом, представляющем притоки массы в виде различных веществ и материалов и оттоки в виде отходов по формуле 2:

$$\Delta M = \sum M_{\text{Анаболизм}} - \sum M_{\text{Катаболизм}}, \quad (2)$$

где  $M_{\text{Анаболизм}}$  – масса, которая входит в город как анаболические потоки,  $M_{\text{Катаболизм}}$  – масса, которая покидает город как катаболические потоки,  $\Delta M$  – разница между анаболическим и катаболическим потоками.

Если  $\Delta M$  имеет положительное значение, то город расширяется; если  $\Delta M = 0$ , город находится в равновесии, а если значение  $\Delta M$  отрицательно – город сокращается.

На рис. 9 представлены потоки, хранение и производство биомассы и техномассы в городской среде.

Другая мера воздействия человека на среду обитания – *экологический след* (англ. – *ecological footprint*), которая позволяет рассчитать размеры прилегающей территории, необходимой для производства потребляемых человечеством экологических ресурсов и поглощения отходов. Экологический след измеряет площадь биологически продуктивной территории и акватории, которая способна произвести необходимые человеку природные ресурсы и поглотить (или хранить) произведённые им отходы.

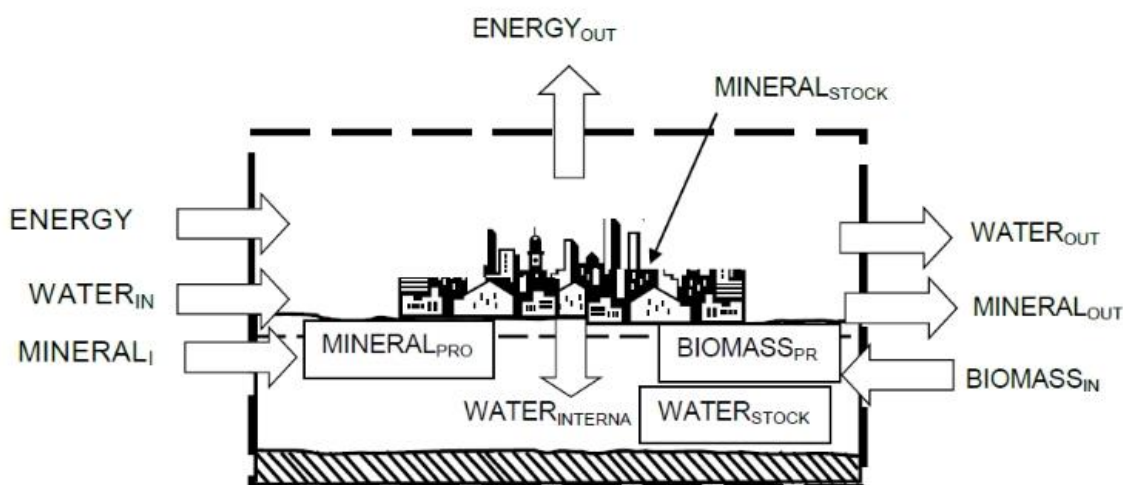


Рис. 9. Границы городской системы, показывающие притоки, оттоки, внутренние потоки, хранение и производство биомассы, минералов, воды и энергии (по: C. Kennedy, 2017)

Экологический след складывается из 6 составляющих:

- площадь пашни для выращивания потребляемых человеком зерновых;
- площадь пастбищ для производства продукции животноводства;
- площадь лесов для производства древесины и бумаги;
- площадь моря для производства рыбы и морепродуктов;
- площадь, занятая под жилье и инфраструктуру территория;
- площадь лесов для абсорбции выбросов CO<sub>2</sub>, образующихся при душевом потреблении энергии.

Экологический след рассчитывается по формуле 3:

$$ЭС = \sum (C_i / Y_i \cdot f \cdot Ef), \quad (3)$$

где ЭС – экологический след,  $C_i$  – среднее годовое потребление  $i$ -го элемента,  $Y_i$  – продуктивность земли,  $f$  – фактор урожайности,  $Ef$  – эквивалент фактора урожайности.

Условная единица измерения экологического следа – глобальный гектар (гга) – гектар биологически продуктивной территории или акватории со средним мировым показателем биопродуктивности за определенный год.

При оценке экологического следа используют компенсирующий показатель – *биологический потенциал (биоемкость) экосистемы* – возможность биосистемы Земли производить определенные биологические материалы (природные ресурсы), а также ее способность к поглощению и фильтрации загрязняющих веществ из атмосферы.

Биоемкость для любого вида землепользования высчитывается по формуле 4:

$$B = T \cdot \Phi П \cdot \Phi Э, \quad (4)$$

где  $B$  – биоемкость,  $T$  – имеющиеся территории с определенным типом землепользования, а  $\Phi П$  и  $\Phi Э$  – соответственно факторы продуктивности и факторы эквивалентности для этого типа землепользования в конкретной стране.

Другими словами, биоемкость выражает способность биосферы производить продукты питания (пашня), сельскохозяйственных животных (пастбища), лесоматериалы (лес) и морепродукты (рыбопромысловые зоны), а также способность ее лесов поглощать углекислый газ.

Таким образом, можно утверждать, что экологический след – это ресурсы, необходимые для удовлетворения потребностей человечества, а биоемкость – это способность биосферы производить ценные биологические ресурсы и поглощать отходы, сохраняя при этом способность к самовосстановлению.

Если биоемкость какой-либо территории больше ее экологического следа, то у территории есть экологический резерв, если меньше – экологический дефицит. Если спрос населения на ресурсы экосистем превышает возможности их самовосстановления, возникает перерасход экологического капитала. Его последствиями могут быть накопление парниковых газов в атмосфере, уменьшение биоразнообразия, эрозия почвы и изменение климата.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Охарактеризуйте субсистемы города.
2. Дайте определение понятиям «городская среда обитания», «качество городской среды обитания», «экологическое равновесие», «емкость территории», «демографическая емкость».
3. Охарактеризуйте город как гетеротрофную экосистему по Ю.Одуму.
4. Перечислите характеристики функционирования природной среды.
5. Охарактеризуйте устойчивое развитие городских поселений.
6. Приведите оценки уровня экологического благополучия городской среды.
7. Составьте схему экологического каркаса пространственной организации расселения.
8. Дайте характеристику городского метаболизма.
9. Охарактеризуйте и приведите формулы расчета экологического следа и биоемкости экосистемы.

## ГЛАВА 6. ОСОБЕННОСТИ МИКРОКЛИМАТА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

*Микроклимат города* – это климат приземного слоя воздуха отдельных участков городской территории.

В целом на метеорологический режим города влияют следующие факторы:

1) *изменение альбедо* (отражательной способности) земной поверхности, которое для застроенных районов обычно меньше, чем для загородной местности;

2) *уменьшение средней величины испарения с земной поверхности*;

3) *выделение теплоты при различных видах хозяйственной деятельности*;

4) *увеличение в черте города шероховатости земной поверхности*. Город можно рассматривать как огромный калорифер. На его территории располагается множество поверхностей, воспринимающих солнечное тепло. Стены домов, тротуары обладают высокой теплопроводностью, а большое число построек, углов, бордюров и т. п. способствует повышению шероховатости поверхности. В результате этого город способен эффективно аккумулировать солнечную радиацию и нагревать значительные объемы воздуха;

5) *загрязнение атмосферы различными примесями*.

*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. 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 альбедо 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.

Повышение температуры воздуха внутри города по сравнению с температурой окружающей местности приводит к образованию, так называемого, «острова тепла» (англ. – *urban heat island (UHI)*) над городом – явления, впервые открытого англичанином Люком Ховардом (*Luke Howard*) ещё в 1810-х гг. (рис. 10).

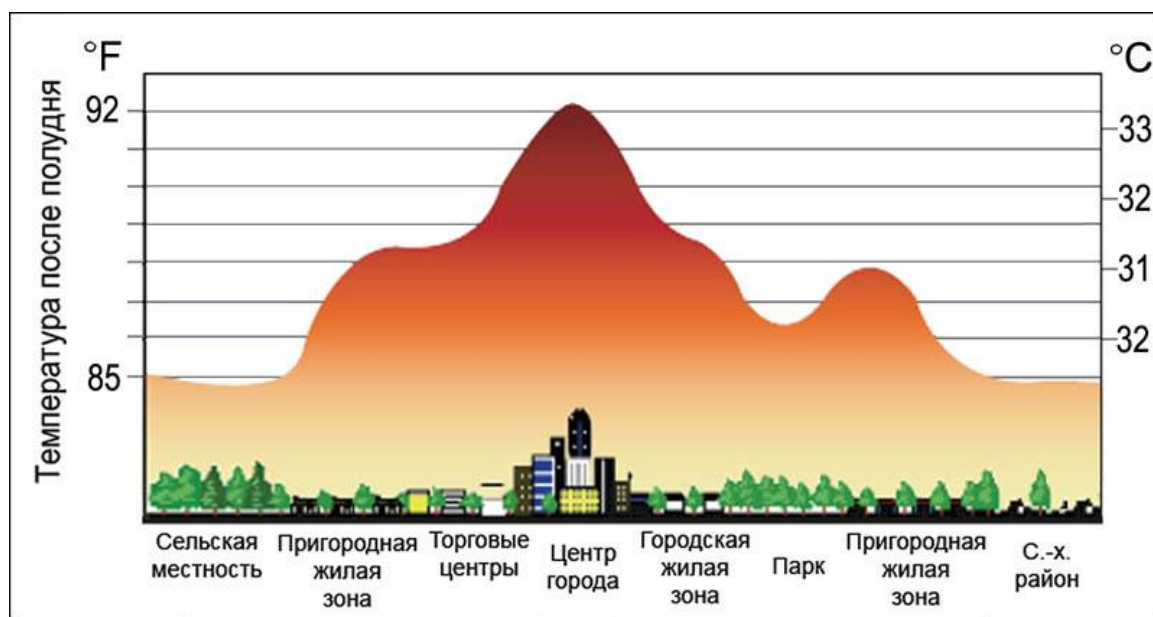


Рис. 10. Городской остров тепла (no: <http://www.geogr.msu.ru/>)

Тепловой остров города характеризуется хорошо выраженной суточной динамикой: максимальных значений разница температур между городом и пригородом достигает вечером и ночью — здания переизлучают накопленное за день тепло. Если говорить о сезонной динамике, то следует отметить, что тепловой остров проявляется как летом, так и зимой.

В «острове тепла» давление атмосферного воздуха понижено, понижена относительная и абсолютная влажность, уменьшается скорость ветра. 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. Уровень осадков с подветренной стороны городов увеличивается с 48 % до 116 %. «Остров тепла» разрушается ветром или другими атмосферными осадками, но устойчив в безветрие.

Тепловые шапки, образующиеся над городами и урбанизированными территориями, создают условия для еще большего загрязнения воздушного

бассейна, что приводит к снижению комфортности городской среды для людей.

«Остров тепла» ухудшает качество воды. Горячие поверхности тротуаров и крыш передают свое избыточное тепло ливневой воде, которая затем стекает в ливневую канализацию и повышает температуру воды в водоемах, попадая в ручьи, реки, пруды и озера. Кроме того, повышение температуры городских водоемов приводит к уменьшению биоразнообразия в них.

Слишком высокие температуры летом и повышенная влажность зимой неблагоприятно влияют на здоровье горожан. Исследования показали, что уровень смертности во время аномальной жары увеличивается экспоненциально с максимальной температурой. Ночное воздействие «острова тепла» может быть особенно вредным, поскольку оно лишает городских жителей прохладной атмосферы, характерной для сельской местности в ночное время. Повышение температуры в городе вызывает тепловой удар, тепловое истощение, тепловые обмороки и тепловые судороги, что увеличивает риск ранней смерти. Людям с диабетом, избыточным весом, страдающим недосыпанием или сердечно-сосудистыми заболеваниями следует избегать чрезмерного теплового воздействия.

*Ветровой (аэрационный) режим города* считается комфортным, если скорости ветра на территории застройки находятся в пределах от 1 до 5 м/с (истинно комфортный при скорости ветра от 1 до 3 м/с и близкий к комфортному при скорости ветра от 3 до 5 м/с). Участки городской территории, где скорость ветра меньше 1 м/с, относятся к непроветриваемым, а более 5 м/с – к зонам продувания. Непроветриваемые участки городской территории, или зоны застоя воздуха, создают антисанитарное состояние. Зоны продувания также дискомфортны для человека.

*Влажностный режим города* ниже по сравнению с окрестностями, что 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, что приводит к образованию туманов, в том числе смога. В крупных городах существует недельный цикл количества выпадающих осадков, проявляющийся в уменьшении осадков в выходные дни, когда

промышленные предприятия не работают. Увеличение количества осадков над городом идет в ущерб другим районам, усиливает засушливость сельской местности.

*Инсоляционный режим города* снижен также вследствие повышенной облачности и загрязнения атмосферного воздуха поллютантами. В зависимости от степени загрязнения воздуха, времени года и суток наблюдается снижение интенсивности инсоляции до 20 %. Пониженный инсоляционный режим негативно сказывается как на психологическом, так и на физическом здоровье горожан (повышение уровня инфекционными заболеваниями, замедление выведения из организма ряда токсичных веществ, в частности соединений тяжелых металлов, а также замедление синтеза в организме важных ферментов).

### **Вопросы для самоконтроля**

1. *Дайте определение понятию «микроклимат города».*
2. *Перечислите факторы, влияющие на метеорологический режим города.*
3. *Охарактеризуйте температурный режим города.*
4. *Охарактеризуйте ветровой режим города.*
5. *Охарактеризуйте режим города.*
6. *Охарактеризуйте инсоляционный режим города.*

## ГЛАВА 7. РАСТИТЕЛЬНЫЙ И ЖИВОТНЫЙ МИР ГОРОДОВ

Влияние антропогенного воздействия в пределах городов распространяется не только на абиотические компоненты биосферы, но и на растительность и животный мир. Представители флоры и фауны, проживающие в городах относят к *синантропным видам*, образ жизни которых эволюционно направлен на образование связей с человеком.

*Взаимосвязи города и растительности* достаточно сложны. Наиболее пагубное влияние на растительность в пределах урбанизированных территорий оказывают три основных фактора: *комплексное воздействие урбанизированной среды* (преимущественно в пределах городской застройки), влияющее на изменение микроклимата городов, *загрязненность и изменение состава почв*, *чрезмерные рекреационные нагрузки* (вытаптывание, создание пожароопасной ситуации, физическое уничтожение).

В результате антропогенного воздействия *городские почвы* имеют существенные отличия от природных почв, главными из которых являются следующие:

- формирование почв на насыпных, намывных, перемешанных грунтах и культурном слое;
- наличие включений строительного и бытового мусора в верхних горизонтах;
- изменение кислотно-щелочного баланса с тенденцией к подщелачиванию;
- высокая загрязненность тяжелыми металлами, нефтепродуктами, компонентами выбросов промышленных предприятий
- изменение физико-механических свойств (пониженная влагоемкость, повышенная плотность, каменистость)
- рост профиля за счет интенсивного напыления.

Таким образом, можно выделить четыре группы городских почв:

- *естественные ненарушенные*, сохраняющие нормальное залегание горизонтов естественных почв (почвы городских парков и лесопарков);
- *естественно-антропогенные поверхностно образованные*, почвенный профиль которых изменен в слое мощностью менее 50 см;
- *антропогенные глубоко преобразованные*, формирующиеся на культурном слое или насыпных, намывных и перемешанных грунтах мощностью более 50 см, в которых произошла физико-механическая перестройка профилей или химические преобразования за счет химического загрязнения. Антропогенные глубоко преобразованные почвы образуют группу собственно городских почв – *урбаноземов*, которые в свою очередь подразделяются на 2 подгруппы почв:

1) физически преобразованные почвы, в которых произошла физико-механическая перестройка профиля (урбанозем, культурозем, некрозем, экранозем);

2) химически преобразованные почвы, в которых произошли изменения свойств и строения профиля за счет интенсивного химического загрязнения (индустризем, интрузем).

– *урботехноземы* – искусственные почвогрунты, созданные путем обогащения плодородным слоем, торфо-компостной смесью насыпных или других свежих грунтов (реплантозем, конструкторзем).

Острые городские проблемы (загрязнение воздуха, шумовая нагрузка, «остров тепла», несовершенство канализации) могут быть смягчены за счет городских зеленых насаждений, поскольку последние имеют следующие важные функции: *оздоравливающую* (поглощение поллютантов от стационарных и передвижных источников), *гигиеническую* (снижение тепловой радиации), *санитарно-гигиеническую* (ионизация воздуха), *защиту от шума, рекреационную*.

Но не все растения способны выжить в условиях города.

В городах необычен тепловой режим почвы. В летние жаркие дни асфальтовое покрытие, нагреваясь, отдает тепло не только приземному слою воздуха, но и почве. При температуре воздуха 26 – 27 °С температура почвы на глубине 20 см достигает 34 – 37 °С, а на глубине 40 см – 29 – 32 °С. Это самые настоящие горячие горизонты – как раз те, в которых сосредоточена основная масса корней растений. Кроме того, из-за уборки опавших листьев осенью и снега зимой в холодный зимний период городские почвы сильнее выхолаживаются и глубже промерзают, чем в лесных массивах. Все это отрицательно сказывается на состоянии корневой системы растений.

Существенно ограничивают посадки зеленых насаждений вдоль улиц подземные коммуникации, прежде всего теплотрассы и газопроводы. А водосточные и канализационные коллекторы сами подвергаются разрушению под действием корней деревьев. Поэтому при проектировании зеленых насаждений улиц необходимо учитывать глубину залегания подземных коммуникаций (зона недосягаемости корневой системы должна быть более 3,4 м).

Важнейший экологический фактор в жизни растений – вода. В городах растения часто испытывают недостаток в почвенной влаге из-за стекания ее в канализационную сеть. Этим и объясняется тот факт, что видовой состав наиболее часто высаживаемых вдоль дорог и на улицах деревьев не слишком разнообразен.

Вредные выбросы промышленных предприятий приводят к тому, что растительность в радиусе 6 – 8 км вокруг ГРЭС, металлургического или химического комбината полностью погибает. Вдоль центральных

магистралей, как правило, чаще наблюдается ослабление и частичное усыхание крон деревьев, замедление процесса фотосинтеза, за счет чего снижен ежегодный прирост побегов. Иногда летом можно наблюдать листопад у деревьев, причиной которого высокое содержание свинца в воздухе.

В пределах зеленой зоны по уровню отрицательного воздействия городских факторов среды можно выделить 4 ландшафтно-экологических пояса. *Первый* – пригородные леса внешнего кольца зеленой зоны, не подверженные заметному антропогенному влиянию. *Второй* – лесопарковые и парковые насаждения, зеленые массивы ограниченного пользования и специального назначения, условия произрастания в которых отвечают жизненным потребностям растений (ботанический сад). *Третий* – городские скверы, бульвары, внутриквартальные насаждения, зеленые полосы вдоль улиц, характеризующиеся удовлетворительными жизненными условиями. *Четвертый* – насаждения на улицах и площадях жилой застройки с интенсивным транспортным движением, на территории промышленных предприятий, загрязняющих воздух, которые отличаются плохими условиями произрастания (санитарно-защитные зоны).

Существует классификация видов городских зеленых насаждений по их происхождению и экологии:

- *экстремальные урбанофобы* (растения, не произрастающие в городах и встречающиеся там только случайно),
- *умеренные урбанофобы* (растения, произрастающие в городах только в местах, сохранивших естественную растительность),
- *урбанонейтральные виды* (распространенные по всем городским экотопам и отличающиеся широкими экологическими амплитудами),
- *умеренные урбанофилы* (растения, тяготеющие к типично урбанизированным экотопам (промышленным зонам, местам многоэтажной застройки), но встречающиеся также и в других городских экотопах),
- *экстремальные урбанофилы* (растения, приспособленные исключительно к типично городским экотопам).

*Животный мир городов* насчитывает тысячи видов, в том числе почвенных и водных обитателей из беспозвоночных животных. Они обитают практически во всех городских экосистемах, населяют квартиры, чердаки, подвалы, практически все водоемы, свалки, сточные воды. С появлением поселений уничтожаются природные биоценозы и создаются новые со свободными и совершенно своеобразными экологическими нишами, которые осваиваются животными различного происхождения (обитателями скал, обрывов, нор и пещер, древесины, семян и плодов, некрофагами, копрофагами и паразитами).

Существует классификация животных, населяющих урбанизированные территории:

- *реликтовые виды* – виды, сохранившиеся в городах еще с «догородских» времен;

- *адвентивные виды* – виды, интродуцированные человеком. В настоящее время темпы интродукции новых видов возрастают. Только в отношении сравнительно небольшого их числа можно говорить о сознательном завозе. Преобладает же ненаправленная интродукция, когда животных перевозят вместе с грузами, они прикрепляются к днищам кораблей, проникают в железнодорожные вагоны, трюмы судов, кабины самолетов. В этом случае говорят об *экспансии* - территориальном, географическом или ином расширении зоны обитания биологического вида.

По отношению к городской среде среди животных выделяются:

- *гемерофобы* – виды, которые параллельно антропогенным изменениям среды отступают в менее нарушенные области, то есть вытесняются;

- *гемеродиафоры* – виды, чье существование почти или совершенно не зависит от антропогенного изменения ландшафта;

- *гемерофилы* предпочитают местообитания, созданные человеком, используя новые экологические ниши (климат, питание, материалы, пространственную структуру).

Для характеристики синантропии существенны два критерия:

- спонтанное присутствие организмов в поселениях человека без или против его воли;

- тесное сосуществование с человеком или зависимость от его деятельности.

Различают следующие формы синантропии представителей животного мира:

- а) облигатная (эвсинантропия) – вид встречается как минимум в одной из климатических зон только в антропогенных условиях, а в пределе – только в зоне поселений человека;

- б) факультативная (гемисинантропия, олигосинантропия) – виды имеют в зоне поселений человека оптимальные условия существования, однако образуют популяции и вне антропоценозов;

- в) непрерывная (перманентная) – жизненный цикл вида полностью протекает в антропоценозах;

- г) временная (ксенантропия) – виды находятся в антропоценозах только в определенное время (например, в период зимовки) или при определенных условиях, не образуя там самовозобновляющейся популяции;

д) частичная синантропия – вид принадлежит к антропоценозу на определенной стадии своей жизнедеятельности (возможно, лишь часть суток), а в остальное время входит в другие биоценозы.

Уровень синантропизации зеленых городских насаждений определяется по значению коэффициента синантропизации ( $K_s$ ), рассчитываемого по формуле 5:

$$K_s = a_i / (a_i + b_i) \cdot 100\%, \quad (5)$$

где  $a_i$  – встречаемость синантропных видов, %;  $b_i$  – встречаемость видов гемерофобов, %. Данный коэффициент, варьируясь в диапазоне от 0 до 100 %, указывает на различные стадии антропогенной трансформации флоры:

$K_s = 0-20$  % – I стадия (слабая трансформация);

$K_s = 21-40$  % – II стадия (умеренная трансформация);

$K_s = 41-60$  % – III стадия (средняя трансформация);

$K_s = 61-80$  % – IV стадия (сильная трансформация);

$K_s = 81-100$  % – V стадия (очень сильная трансформация)

Для численного выражения степени синантропии представителей животного мира используют индекс  $S_i$ , позволяющий, в частности, точнее разделить облигатно и факультативно синантропные виды, рассчитывающийся по формуле 6:

$$S_i = (2a + b - 2c) / 2, \quad (6)$$

где  $a$  – доля (%) особей вида в урбанизированной области,  $b$  – доля (%) особей того же вида в аграрной области,  $c$  – доля (%) особей того же вида в биотопах, менее затронутых антропогенным воздействием.

Этот индекс может иметь значения от  $[-100$  до  $+100]$ , что означает:

+100 – явное предпочтение плотно заселенных человеком мест;

+75 – явное предпочтение заселенных человеком мест;

+50 – предпочтение заселенных человеком мест;

0 – независимость от поселений человека;

-25 – предпочтение незаселенных человеком областей;

-50 – избегание поселений человека.

### Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение понятию «синантропные виды».
2. Приведите классификацию городских почв.
3. Приведите классификацию видов городских зеленых насаждений по их происхождению и экологии.
4. Охарактеризуйте формы синантропии представителей животного мира.
5. Приведите формулы расчетов уровня синантропизации зеленых городских насаждений и представителей животного мира.

## ГЛАВА 8. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРОДОВ

Экологические проблемы городов, главным образом наиболее крупных из них, связаны с чрезмерной концентрацией на сравнительно небольших территориях населения, транспорта и промышленных предприятий, с образованием антропогенных ландшафтов, очень далеких от состояния экологического равновесия.

Выделяют 3 группы экологических проблем.

1. *Природно-ландшафтные проблемы* связаны с деградацией природных ландшафтов в урбанизированных условиях. Трансформируются все компоненты природного ландшафта: геологическое строение и рельеф, поверхностные и подземные воды, климатические характеристики, почвенный покров, биота. Биота, как критический компонент урбосистемы, испытывает особенно сильные изменения, порождающие сокращение многообразия видов и площади зеленых насаждений.

2. *Ресурсно-хозяйственные проблемы* вызваны колоссальным масштабом использования природных ресурсов, их переработкой, образования многочисленных отходов. Ресурсно-хозяйственные проблемы вызывают природно-ландшафтные. Например, изменение свойств воздушной среды в результате химического загрязнения, возвращение в среду твердых отходов как результат механического загрязнения, использование минеральных ресурсов прямо или косвенно нарушают естественный ландшафт.

3. *Антропоэкологические проблемы* связаны со здоровьем населения городов. Ухудшение качества городской среды, ускоренный ритм городской жизни вызывают у людей различные заболевания сердечно-сосудистой, нервной, дыхательной систем, аллергические заболевания.

Безусловно, степень и характер отрицательного воздействия городов на природные системы в каждом конкретном городе очень специфичны и зависят от многих факторов: величины города, его «специализации», типов застройки, характера благоустройства и озеленения и т.д.

Все экологические проблемы неразрывно связаны друг с другом, поэтому изолированное решение одной из них не даст желаемого результата. Необходим комплекс мер, направленных на оптимизацию качества городской среды.

### 8.1. Современные природно-ландшафтные проблемы

Влияние города на территорию распространяется на многие тысячи километров от его границ. Оно начинается там, где для города добываются

полезные ископаемые и строительные материалы, вырубается леса и производятся продукты питания.

Выделяют три основные зоны экологического воздействия города на территорию.

*Первая зона* рассредоточена, она совпадает с местами потребления природных ресурсов и соединяется с городом протяженными линиями электропередач, газо- и нефтепроводов, автомобильными, железнодорожными, авиационными и водными путями.

*Второй пояс* экологического влияния – это прилегающие к городу территории, так называемая «буферная зона», которая используется и для складирования мусора, и для рекреационного использования, и, кроме того, страдает от загрязнений поверхностных и подземных вод.

И, наконец, *третья зона* – центральная – совпадает с границами самого города и характеризуется максимальным воздействием на природную среду. Здесь происходит активное преобразование естественных природных систем и формируется урбацидоз – искусственная экосистема города.

Земля имеет огромную потребительскую ценность, главным образом потому, что верхний ее горизонт является одним из важнейших компонентов биосферы — почвой. Запасы почвы на земле составляют  $2,4 \cdot 10^{12}$  т, а условия для почвообразования существуют лишь на 22 % поверхности Земли. Процесс почвообразования очень протяжен по времени на создание слоя почвы толщиной 2 – 3 см требуется от 200 до 1000 лет. Значительно быстрее восстанавливается плодородие и улучшается структура почвы. Еще быстрее происходит разрушение почвы вследствие естественных и антропогенных причин.

Человеком за его историю уничтожено уже около 2 млрд. га (15 % всей суши). Ежегодно в мире теряется 5 – 7 млн. га плодородных земель. Процессы опустынивания охватывают до 30 % земной поверхности. Особенно активно протекают в плотно заселенных районах, в городских агломерациях, на территории городов процессы эрозии и дефляции почв.

Немалая опасность для города – *оползни* – крупные смещения различных горных пород по склону, распространяющиеся в отдельных районах на большие пространства и глубину. Многочисленны оползни в районах Поволжья, на Черноморском побережье Крыма и Кавказа, по склонам долин Днепра, Оки, в низовьях Камы, Печоры, на Москве-реке и в других районах.

Оползневые процессы протекают под влиянием многих факторов, к числу которых относятся:

1) значительная крутизна береговых склонов и образование трещин бортового отпора;

2) подмыв берега рекой или абразия морем, что увеличивает напряженное состояние склона и нарушает существовавшее равновесие;

3) большое количество выпадающих атмосферных осадков и увеличение степени обводненности пород склона как поверхностными, так и подземными водами. В ряде случаев именно в период или в конце интенсивного выпадения атмосферных осадков происходят оползни. Особенно крупные оползни вызываются наводнениями;

4) влияние подземных вод определяется двумя факторами – суффозией и гидродинамическим давлением. Суффозия, или подкапывание, вызываемое выходящими на склоне источниками подземных вод, выносящих из водоносного слоя мелкие частицы водовмещающей горной породы и химически растворимых веществ. В результате это приводит к разрыхлению водоносного слоя, что естественно вызывает неустойчивость выше расположенной части склона, и он оползает.

Другая проблема городов – *подтопление территорий*, на которых уровень грунтовых вод залегает выше 3 м от поверхности. Это та глубина, на которой расположена основная часть подземных коммуникаций. Подтопления происходят из-за поднятия уровня грунтовых вод. Причин его поднятия в большом городе много, но главная в том, что искусственно изменен рельеф территории, нарушена естественная дренированность, а дренажная система, как правило, работает плохо. Грунтовые воды поднимаются и из-за постоянной утечки в водопроводной, канализационной системах и в системе теплоснабжения.

Для городов характерно формирование «*культурного слоя*», представляющего собой верхние слои земли, несущие на себе отпечаток деятельности человека. Толщина культурного слоя составляет от нескольких сантиметров в малых и молодых городах до десятков метров в крупных и древних городах.

Значительный вред городским биогеоценозам наносит сжигание листвы, в результате чего нарушается биогеохимический цикл питательных элементов почвы, почвы беднеют, состояние произрастающей на ней растительности ухудшается.

Значительную угрозу для здоровья людей представляет загрязнение почв различными *патогенами*. Почва – неотъемлемая среда биологического цикла развития яиц геогельминтов и место временного пребывания яиц биогельминтов, а также цист кишечных патогенных простейших, криптоспоридий, лямблий, дизентерийных амieb и других видов. Яйца геогельминтов сохраняют жизнеспособность в почве от 3 до 10 лет, биогельминтов – до 1 года, цисты кишечных патогенных простейших – от нескольких дней до 3 – 6 месяцев.

Огромный вред для нормального функционирования почв представляют *газо-дымовые выбросы* промышленных предприятий. Почва способна накапливать опасные для здоровья человека загрязняющие вещества, например, тяжелые металлы, стойкие органические соединения.

Территории, на которых расположены городские объекты, находятся в непрерывном процессе преобразования и видоизменения. Строительству любого объекта – здания, сооружения, дороги, благоустройству территории, добыче полезных ископаемых – предшествует целый комплекс инженерно-подготовительных работ, активно преобразующих природный ландшафт, которые ведут к изменению рельефа.

На городских территориях обычно идут два процесса – понижение и повышение отметок поверхности. Главный процесс связан со срезкой грунта, опусканием и просадкой поверхности земли. Второй – с перемещением грунтов, складированием отвалов и твердых промышленных и бытовых отходов, засыпкой оврагов, болот и т. д.

Подземные коммуникации и строительные сооружения самым кардинальным образом меняют естественное геологическое строение территорий. Это происходит, в первую очередь, из-за перемещения огромных масс грунтов. Кроме того, под землей появляется огромное количество несвойственных ей пустот, включений инородных материалов, а также грунтов с новыми физико-механическими свойствами, приобретенными вследствие искусственной обработки: уплотнения, замораживания, размораживания, укрепления с помощью химической и термической обработки.

Таким образом, в городах естественные ландшафты заменяются искусственными техногенными с новыми механическими, физико-химическими, биологическими свойствами и видоизмененными физическими полями.

## *8.2. Современные ресурсно-хозяйственные проблемы*

Ресурсно-хозяйственные проблемы связаны с хозяйственным использованием природных ресурсов. При этом глобальный характер приобретает истощение природных ресурсов, которое проявляется в сокращении их запасов и ухудшения качества.

К природным ресурсам градостроительного освоения территории относятся: горные породы, поверхностные и подземные воды, воздушный бассейн, почвы, растительность, животный мир. Все эти компоненты истощаются (сокращаются запасы чистой воды и воздуха, площади зеленых насаждений, многообразие биологических видов). Кроме того, происходит ухудшение их качества. На это влияет как прямое

вмешательство людей в природный ландшафт посредством городской застройки, так и воздействие различными видами загрязнений.

Природный ландшафт обладает способностью к самоочищению и самовосстановлению. Однако в наше время сила антропогенного воздействия настолько высока, что природный ландшафт уже не может самовосстанавливаться.

Наиболее пагубное воздействие практически на все компоненты окружающей среды оказывает горнодобывающая промышленность:

- на литосферу (изменение рельефа местности, активизация опасных геологических процессов (карсты, оползни), химическое загрязнение почв и механическое нарушение почв)

- на гидросферу (истощение водоносных горизонтов, ухудшение качества подземных и поверхностных вод, чрезмерное осушение болот, почв и горных пород)

- на атмосферу (загрязнение атмосферного воздуха выбросами метана, серы, оксидов углерода из горных выработок, газовые и нефтяные пожары, выбросы пыли при взрывах в карьерах)

- на животный и растительный мир (вырождение растительности, гибель рыб из-за ухудшения качества поверхностных вод; нарушение растительного покрова при строительстве карьеров, захоронение травяного покрова под отвалами).

Одной из актуальнейших для каждого города проблем является *утилизация и складирование отходов*. Под *отходами* понимают остатки сырья материалов и полуфабрикатов, образовавшихся в процессе изготовления продукции и утратившие полностью или частично потребительские свойства исходного материала, а также продукты физико-химической переработки сырья. Отходы относятся к материальным объектам, которые могут обладать высокой потенциальной опасностью для окружающей среды и здоровья населения.

Отходы делятся на бытовые (коммунальные) и промышленные (отходы производства). В свою очередь бытовые и промышленные отходы можно подразделить на 2 группы: твердые (отходы металлов, дерева, пластмасс, пыли, мусора и т. д.) и жидкие (осадки сточных вод, шламы и др.).

Отходы по степени действия на окружающую среду подразделяются на чрезвычайно опасные (1 класс), высоко опасные (2 класс), умеренно опасные (3 класс), мало опасные (4 класс) и практически неопасные (5 класс).

Причины образования твердых бытовых отходов (ТБО): рост производства товаров массового потребления одноразового использования; увеличение количества упаковки; повышение уровня жизни.

Серьезную экологическую опасность представляют и твердые промышленные отходы, объемы которых в несколько раз превышают объемы ТБО. Некоторые отрасли промышленности – энергетическая, горнорудная, химическая, черная металлургия и др. большую часть переработанного сырья пускают в отходы. Свалки, полигоны могут занимать значительные территории и содержать до нескольких млрд. м<sup>3</sup> отходов. Промышленные отходы опасны не только тем, что они занимают много места, заиливают водостоки, неэстетичны, но, прежде всего тем, что могут самовозгораться, содержат ядовитые вещества и соли тяжелых металлов, которые вымываются осадками, выветриваются, загрязняя почву, водный и воздушный бассейны.

*Загрязнение водоемов*, то есть снижение их биосферных функций и экологического значения в результате поступления в них вредных веществ, проявляется в изменении физических и органолептических свойств (нарушение прозрачности, окраски, запахов, вкуса), увеличении содержания сульфатов, хлоридов, нитратов, токсичных тяжелых металлов, сокращении растворенного в воде кислорода воздуха, появлении радиоактивных элементов, болезнетворных бактерий и других загрязнителей.

Различают химические, биологические и физические загрязнители.

Среди *химических загрязнителей* к наиболее распространенным относят нефть и нефтепродукты, СПАВ (синтетические поверхностно-активные вещества), пестициды, тяжелые металлы, диоксины и другие. Опасны *биологические загрязнители*, например вирусы, бактерии, водоросли и другие болезнетворные микроорганизмы, а также *физические факторы* – радиоактивные вещества, тепло, взвешенные частицы, песок, ил, глина и другие.

*Химическое загрязнение* — наиболее распространенное, стойкое и далеко распространяющееся. Оно может *быть органическим* (фенолы, нафтеновые кислоты, пестициды и др.) и *неорганическим* (соли, кислоты, щелочи), *токсичным* (мышьяк, соединения ртути, свинца, кадмия и др.) и *нетоксичным*. При осаждении на дно водоемов или при фильтрации в пласте вредные химические вещества сорбируются частицами пород, окисляются и восстанавливаются, выпадают в осадок, однако, как правило, полного самоочищения загрязненных вод не происходит. Очаг химического загрязнения подземных вод в сильно проницаемых грунтах может распространяться до 10 км и более.

*Бактериальное загрязнение* выражается в появлении в воде патогенных бактерий, вирусов (до 700 видов), простейших, грибов. Этот вид загрязнений носит временный характер.

Весьма опасно содержание в воде, даже при очень малых концентрациях, радиоактивных веществ, вызывающих *радиоактивное*

*загрязнение.* Наиболее вредны «долгоживущие» радиоактивные элементы, обладающие повышенной способностью к передвижению в воде (стронций-90, уран, радий-226, цезий и другие). Радиоактивные элементы попадают в поверхностные водоемы при сбрасывании в них радиоактивных отходов и захоронении отходов на дне.

*Механическое загрязнение* характеризуется попаданием в воду различных механических примесей (песок, шлам, ил). Механические примеси могут значительно ухудшать органолептические показатели вод.

*Тепловое загрязнение* связано с повышением температуры вод в результате их смешивания с более нагретыми поверхностными или технологическими водами. Наибольший вред водоемам и водотокам причиняет *выпуск* в них *неочищенных сточных вод* – промышленных, коммунально-бытовых, коллекторно-дренажных.

Серьезнейшая экологическая проблема – восстановление водности и чистоты малых рек (т. е. рек длиной не более 100 км), наиболее уязвимого звена в речных экосистемах. Именно они оказались наиболее восприимчивыми к антропогенному воздействию. Непродуманное хозяйственное использование водных ресурсов в прилегающих земельных угодиях вызвало их истощение (а нередко и исчезновение), обмеление и загрязнение.

Еще в более серьезном положении, чем реки, оказываются замкнутые, бессточные водоемы – озера, биологическая активность в которых сильно понижена вследствие отсутствия в них достаточно мощного течения, способствующего перемешиванию воды и насыщению ее кислородом. Установлено, что под влиянием загрязняющих веществ в пресноводных экосистемах отмечается падение их устойчивости вследствие нарушения пищевой пирамиды и ломки сигнальных связей в биоценозе, снижаются темпы роста гидробионтов, их плодовитость, а в ряде случаев это приводит к их гибели. Чрезмерное обогащение подобных водных экосистем питательными веществами приводит к их *эвтрофированию* – насыщению водоемов биогенными элементами, сопровождающемуся ростом биологической продуктивности водных бассейнов. Это явление можно наблюдать также в водах рек, озер, эстуариев, отличающихся низкой способностью восстанавливать кислород. Различают два типа эвтрофирования – естественное и культурное. Первый – это процесс последовательного старения водоема в результате намывания ила и питательных веществ. Второй тип – происходит вследствие интенсивного наплыва антропогенных отходов (непереработанных бытовых и промышленных стоков, дренажных вод с сельскохозяйственных угодий).

Помимо избытка биогенных веществ на пресноводные экосистемы губительное воздействие оказывают и другие загрязняющие вещества: тяжелые металлы (свинец, кадмий, никель и др.), фенолы, СПАВ и другие.

Так, например, водные организмы Байкала, приспособившиеся в процессе длительной эволюции к естественному набору химических соединений притоков озера, оказались неспособными к переработке чуждых природным водам химических соединений (нефтепродуктов, тяжелых металлов, солей). В результате отмечено обеднение гидробионтов, уменьшение биомассы зоопланктона, гибель значительной части популяции байкальской нерпы.

Скорости поступления загрязняющих веществ в Мировой океан в последнее время резко возросли. Ежегодно в океан сбрасывается до 300 млрд. м<sup>3</sup> сточных вод, 90 % которых не подвергается предварительной очистке. На 1 км<sup>2</sup> океана ежегодно выбрасывается 17 т мусора. В океан ежегодно попадает 50 тыс. т пестицидов, 5 тыс. т соединений ртути, десятки миллионов тонн нефти. Нарушено равновесие в прибрежной зоне континентального шельфа, где сосредоточено 99 % всех биологических ресурсов моря, добываемых человеком. Морские экосистемы подвергаются все большему антропогенному воздействию посредством химических токсикантов, которые, аккумулируясь гидробионтами по трофической цепи, приводят к гибели консументов более высоких порядков, в том числе и наземных животных (например, морских птиц). Среди химических токсикантов наибольшую опасность для морской биоты и человека представляют нефтяные углеводороды (особенно бенз(а)пирен), пестициды и тяжелые металлы (ртуть, свинец, кадмий).

Другая проблема городов – *истощение вод* – недопустимое сокращение их запасов в пределах определенной территории (для подземных вод) или уменьшение минимально допустимого стока (для поверхностных вод). И то и другое приводит к неблагоприятным экологическим последствиям, нарушает сложившиеся экологические связи в системе «человек – биосфера».

Практически во всех крупных промышленных городах мира, где подземные воды длительное время эксплуатируются мощными водозаборами, возникают значительные депрессионные воронки (понижения) с радиусами до 20 км и более. Все это, в конечном счете, приводит к значительному истощению подземных вод.

Интенсивная эксплуатация подземных вод в районах водозаборов приводит к изменению взаимосвязи поверхностных и подземных вод, к значительному ущербу речному стоку, к прекращению деятельности тысяч родников, многих десятков ручьев и небольших рек. Кроме того, в связи со значительным снижением уровней подземных вод наблюдаются и другие негативные изменения экологической обстановки: осушаются заболоченные территории с большим видовым разнообразием растительности, иссушаются леса, гибнет влаголюбивая растительность.

Длительная интенсификация подземных водозаборов в определенных геолого-гидрогеологических условиях может вызвать медленное оседание и деформацию земной поверхности. Последнее негативно сказывается на состоянии экосистем, особенно прибрежных районов, где затапливаются пониженные участки и нарушается нормальное функционирование естественных сообществ организмов и всей среды обитания человека. Истощению подземных вод способствует также длительный неконтролируемый самоизлив артезианских вод из скважин.

Истощение поверхностных вод проявляется в прогрессирующем снижении их минимально допустимого стока. На территории России поверхностный сток воды распределяется крайне неравномерно. Около 90 % общего годового стока с территории России выносится в Северный Ледовитый и Тихий океаны, а на бассейны внутреннего стока (Каспийское и Азовское море), где проживает свыше 65 % населения России, приходится менее 8 % общего годового стока. Именно в этих районах наблюдается истощение поверхностных водных ресурсов и дефицит пресной воды продолжает расти. Связано это не только с неблагоприятными климатическими и гидрологическими условиями, но и с активизацией хозяйственной деятельности человека, которая приводит ко все более возрастающему загрязнению вод, снижению способности водоемов к самоочищению, истощению запасов подземных вод, а, следовательно, к снижению родникового стока, подпитывающего водотоки и водоемы.

В настоящее время состояние малых рек и озер, особенно в европейской части России, в результате резко возросшей антропогенной нагрузки на них, катастрофическое. Сток малых рек снизился более чем наполовину, качество воды неудовлетворительное. Многие из них полностью прекратили свое существование.

К очень серьезным негативным экологическим последствиям приводит и изъятие на хозяйственные цели большого количества воды из впадающих в водоемы рек. Так, уровень некогда многоводного Аральского моря начиная с 60-х гг. катастрофически понижается в связи с недопустимо высоким перебором воды из рек Амударья и Сырдарья. Приведенные данные свидетельствуют о нарушении закона целостности биосферы, когда изменение одного звена влечет за собой сопряженное изменение всех остальных. Осушенное дно Аральского моря становится сегодня крупнейшим источником пыли и солей. В дельте рек Амударья и Сырдарья на месте гибнущих тугайных лесов и тростниковых зарослей появляются бесплодные солончаки. В целом перебор воды из рек Амударья и Сырдарья, падение уровня моря вызвали такие экологические изменения приаральского ландшафта, которые могут быть охарактеризованы как опустынивание.

Последствия *загрязнения атмосферы городов* на разных территориальных уровнях в зависимости от конкретных условий ощущаются неодинаково.

На глобальном и континентальном уровнях главным образом проявляются последствия загрязнения атмосферы углекислым газом (изменение климата, «парниковый эффект», разрушения озонового экрана и, изменение газового баланса). Эти изменения ощущают на себе все люди, в какой бы точке планеты они не расселялись и независимо от того, являются ли их поселения «виновниками» таких нарушений в атмосфере.

На макротерриториальном уровне (крупные регионы отдельных континентов, крупные страны и их большие регионы) вполне реальна миграция аэрозолей (серной кислоты и сульфатов), а также мелких взвешенных частиц. Поэтому отдельные населенные пункты могут испытывать на себе вредное влияние этих веществ, выброшенных в атмосферу в другой части рассматриваемой территории.

На мезотерриториальном уровне (малые страны, городские агломерации, отдельные промышленные районы) при соответствующих метеорологических условиях вполне вероятно загрязнение систем расселения данных территорий, помимо перечисленных ингредиентов, пестицидами, солями тяжелых металлов и особенно сернистым ангидридом, эмиссия которого особенно велика в районах с развитой промышленностью.

На микротерриториальном уровне, то есть в отдельных городах и других населенных местах, к названным выше загрязнителям следует добавить углеводороды, пыль, оксиды азота и еще многие ядовитые вещества, миграция которых на более значительные расстояния затрудняется их физическими и химическими особенностями.

Таким образом, наиболее сильны обратные реакции от загрязнения атмосферы в локальных точках – крупных городах и агломерациях, в которых сосредоточен основной промышленный потенциал и подавляющая часть транспортных средств.

В практике исследований загрязнений воздушного бассейна городов различают стационарные и мобильные источники загрязнений.

К стационарным источникам относятся объекты промышленности и энергетики, к мобильным – все виды городского транспорта.

Транспорт – важнейший элемент материально-технической базы и необходимое условие функционирования городов. С другой стороны транспорт является одним из основных источников загрязнения окружающей природной среды. В мировом балансе загрязнения воздуха главное место принадлежит автотранспорту – 54 %. В промышленно развитых странах до 85 % загрязнений приходится на долю транспорта (автомобильного, железнодорожного, воздушного).

Выхлопные газы опасны и содержат около 200 веществ, большинство из которых ядовиты. Сюда входят оксид углерода, окислы азота, углеводороды, альдегиды, взвешенные частицы (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>).

Уровень загрязнения воздушной среды транспортом значительно меняется от времени суток, времени года и погодных условий. В суточном режиме выявлено 2 пика движения автотранспорта, сопровождаемых повышением уровня загрязнения воздуха: 8 – 9 и 17 – 18 часов. Наибольшая концентрация окиси углерода зафиксирована в зимнее время, наименьшая – в летние месяцы, когда, как полагают исследователи, под действием положительных температур происходит активация некоторых бактерий, поглощающих угарный газ.

К особо опасным стационарным источникам выбросов относятся предприятия черной и цветной металлургии (отличающиеся содержанием пыли, оксидов углерода, сернистого ангидрида, продуктов переработки руды, высокой температурой выбросов), а также химические предприятия (из-за большого разнообразия состава выбросов).

### *8.3. Современные антропоэкологические проблемы*

Природа и биологические свойства человека, формировавшиеся в течение многих тысячелетий, не способны изменяться такими же быстрыми темпами, как мир, в котором он живет. Несоответствие между этими процессами может привести к конфликту между биологической природой человека и окружающей его средой.

Среди антропоэкологических проблем особое место занимает проблема адаптации к условиям среды обитания, приспособления организма человека к ее меняющимся свойствам.

С развитием городов, ростом автомобилизации и промышленности в окружающую среду поступают различные вещества, изменяющие состав воздуха, воды, почвы. Адаптационные механизмы человека не успевают за быстрыми изменениями условий окружающей среды.

При недостаточности адаптации, срыве адаптационных возможностей возникает болезнь.

Согласно официальным статистическим данным в настоящее время здоровыми рождается только 10 % новорожденных. При сохранении современных тенденций загрязнения среды через 10 – 15 лет рождение здорового ребенка станет редкостью.

Давно уже замечено, что продолжительность жизни сельского населения ниже, чем городского. С другой стороны, урбанизация приводит к появлению у городских жителей новых заболеваний, многие из которых отличаются хроническим, длительным течением. Горожане чаще, чем сельские жители, страдают сердечно-сосудистыми, легочными,

онкологическими заболеваниями, а также болезнями центральной нервной системы. Уровень заболеваемости болезнями органов кровообращения, нервной системы, респираторными недомоганиями в городе в 1,5 – 2 раза выше, чем на селе.

Среди причин, влияющих на здоровье населения, на первое место выходит образ жизни человека, на второе – наследственная предрасположенность, на третье – условия окружающей среды, на четвертое – уровень медицинской помощи.

К факторам ухудшения здоровья горожан относится избыточное потребление лекарств, широкое распространение курения, злоупотребление алкоголем и наркотическими веществами. Одним из специфических факторов урбанизированных территорий является транспортная усталость. Горожане вынуждены большее количество времени затрачивать на переезды из-за больших расстояний между местом работы, домом и учреждениями бытового и культурного обслуживания. При поездке в «час пик» еще до начала работы возникает чувство утомления и снижается работоспособность. Возвращение после работы в переполненном транспорте усугубляет физическое и психологическое напряжение, накопленное за день.

В настоящее время доказана взаимосвязь процессов урбанизации и акселерации – удивительного явления современности. Акселерация, то есть увеличение роста и веса тела человека, раннее физическое и половое созревание, увеличение активного периода жизни человека, была выявлена еще в XIX веке в промышленно развивающихся городах. Существуют самые различные предположения о природе этого явления: его связывают и с улучшением условий жизни, и с более разнообразным и полноценным питанием, и с изменением характера брачных связей. Но уже не вызывает сомнений его «городское происхождение». Проведенные исследования в разных странах подтвердили: чем крупнее город, тем акселерация более выражена.

Горожане в значительной степени страдают «синдромом большого города» (подавленное состояние, психическая неуравновешенность, депрессия). При избытке раздражителей, поступающих по одним каналам связи, и дефиците поступающих по другим, развиваются сдвиги адаптивных процессов, и возникает «болезнь» адаптации (при чрезмерном раздражении слухового анализатора развивается глухота; загрязненность среды обитания вызывает заболевания органов дыхания; растет уровень аллергических заболеваний).

Отдельно следует сказать о влиянии физических факторов на здоровье человека. Конечно, к воздействию физических полей человек эволюционно более приспособлен, чем к химическому загрязнению среды,

однако превышение их естественного фона приводит к негативным для здоровья человека последствиям.

Урбанизированные территории характеризуются повышением уровня шума, увеличением затрат энергии на единицу площади (а следовательно, и увеличением отдачи тепла), усилением электромагнитного поля (воздействия линий электропередачи, радиотрансляционных и телевизионных станций, одновременной работы большого числа электромоторов), ростом интенсивности радиации и гравитации (под воздействием огромных масс многоэтажных домов и работы скоростных лифтов) и повышением общего фона вибрации (вследствие высокой скорости транспортных средств, работы различных механизмов и машин).

Выделяют два вида *акустического шума*: фоновый естественный и искусственный. В естественной среде это приятный шум прибоя, шелест листвы, журчание ручья, пение птиц, шум грозовых разрядов. Искусственный акустический фон создается хозяйственной, культурной и технической деятельностью человека. Различают акустические фоны внешней и внутренней окружающей среды. Последние образуются внутри помещений и состоят из нескольких групп шумов.

Ухо человека воспринимает звуковые колебания в пределах 16 – 20 000 Гц. В зависимости от уровня частоты шумы разделяют на 3 класса: 16 – 350 Гц – низкочастотный, 350 – 800 Гц – среднечастотный; 800 – 20 000 Гц – высокочастотный. Ниже 16 Гц и выше 20 кГц находятся соответственно области неслышимых человеком инфразвуков и ультразвуков.

Существует 3 градации уровней шума: допустимый (0 – 80 дБ); предельно допустимый (80 – 120 дБ); недопустимый (свыше 120 дБ).

Мощными источниками шума в пределах урбанизированных территорий являются транспорт (городской транспорт, автотранспорт, авиационный транспорт, железнодорожный транспорт, в том числе и метрополитен) и работающие промышленные предприятия.

Вредное воздействие шума на здоровье человека зависит от уровня шума и от длительности нахождения человека в неблагоприятных в акустическом отношении условиях. Шум воздействует на человека не только непосредственно, через слуховые анализаторы и вестибулярный аппарат, но и является источником побочных эффектов. Неслышимый ухом человека инфразвук в результате появления резонанса с нормальным низкочастотным спектром работы органов и систем может вызвать нарушения в работе сердца, легких, органов брюшной полости. Высокочастотные колебания ультразвука активно воздействуют на психическое состояние человека, вызывая безотчетное беспокойство, страх, тревогу, повышенное нервное возбуждение, сменяющееся депрессией.

Слышимый шум, при превышении определенного порога громкости, вызывает состояние дискомфорта. При уровне шума 50 дБ у людей нарушается сон, снижается концентрация внимания, а при уровне 65 дБ проявляются стрессовые реакции.

Громкий звук травмирует слуховые анализаторы, вплоть до потери слуха, затрудняет процессы обучения, общения, снижает работоспособность, повышает чувство усталости. Чрезмерный шум может стать причиной повышенной нервной истощения, психической угнетенности, следствием которых могут стать сердечно-сосудистые заболевания, расстройства эндокринной системы, язвенная болезнь. Доказано, шум – мощный стрессорный фактор, способствующий снижению иммунитета.

Все работающие механизмы и машины, помимо шумового загрязнения, являются источниками *вибрации*.

Динамические воздействия колебаний в жилых помещениях зависят от многих факторов – скорости и интенсивности движения транспорта, удаленности автомобильных трасс от жилых зданий, технического состояния подвижного состава, качества пути, типа грунтов, расположения и вида подземных коммуникаций, конструкции зданий. Обширное вибрационное поле и распространение вибрационного фона на чрезвычайно большие расстояния создают полеты сверхзвуковых самолетов.

Организм человека реагирует на вибрацию, как на стрессовую ситуацию, при этом происходят изменения в центральной и вегетативной нервной системе, учащается пульс, повышается артериальное давление. Вибрация отрицательно сказывается на зрении, угнетает процессы дыхания.

*Электромагнитное излучение* как термин используется в урбоэкологии применительно к действию электрических и радиоволн, тепловых, инфракрасных и космических лучей.

Электромагнитные излучения создают периодически меняющиеся в пространстве электромагнитные поля, в которых переменное электрическое и магнитное поля тесно взаимосвязаны. Электромагнитные поля практически перекрывают все урбанизированные территории.

Источники электромагнитного «загрязнения» по их виду условно можно подразделить на точечные (радиостанции, телецентры, вышки сотовой связи), узловые (электролинейные станции, промышленные установки, системы радиобеспечения крупных аэропортов) и линейные (линии электропередачи, электрифицированные линии железной дороги).

В воздушной среде города выявлено появление так называемого «электрического смога» — накопление статических электрических зарядов на мельчайших частицах пыли в атмосферном воздухе.

Следствием поглощения энергии электромагнитного излучения является тепловой эффект. Воздействие электромагнитного излучения особенно вредно для тканей со слабо развитой сосудистой системой или недостаточным кровообращением (глаза, мозг, почки, желудок, желчный и мочевой пузырь). Облучение глаз может привести к помутнению хрусталика (катаракте), возможны ожоги роговицы. При длительном действии электромагнитного излучения различных диапазонов длин волн при умеренной интенсивности (выше предельно допустимого уровня) характерным считают развитие функциональных расстройств в ЦНС. Возможны трофические нарушения: выпадение волос, ломкость ногтей, снижение массы тела. Наблюдаются изменения возбудимости обонятельного, зрительного и вестибулярного анализаторов. На ранней стадии изменения носят обратимый характер, при продолжающемся воздействии ЭМИ происходит стойкое снижение работоспособности.

Систематическое воздействие на человека электромагнитного излучения с уровнями воздействия, превышающими предельно допустимые, приводит к развитию явлений дезадаптации, что проявляется в виде серьезных изменений в состоянии здоровья горожан. В первую очередь страдают центральная нервная, эндокринная и иммунная системы.

В настоящее время имеются данные, свидетельствующие о том, что электромагнитные излучения следует рассматривать как один из факторов риска в развитии раннего атеросклероза, гипертонической болезни, ишемической болезни сердца и инфаркта миокарда, синдрома депрессии, а также таких нейродегенеративных заболеваний, как болезни Альцгеймера и Паркинсона, прогрессирующая мышечная атрофия.

*Ионизирующее излучение* представляет собой поток частиц (нейтронов, бета-, альфа-частиц, протонов) или электромагнитных волн (гамма- или рентгеновское излучение), способных вызывать ионизацию вещества.

Спонтанный распад атомов называется радиоактивностью, а избыток возникающей при этом энергии является формой ионизирующего излучения. Нестабильные элементы, образующиеся при распаде и испускающие ионизирующее излучение, называются радионуклидами.

Источники ионизирующего излучения подразделяются на 2 группы: искусственные и естественные. Большая часть (70 %) ионизирующего излучения приходится на естественные источники (космическое излучение, излучение от горных пород); 29 % – на воздействие от медицинских диагностических и лечебных процедур. На промышленные источники, а также испытания ядерного оружия, радиационные аварии и катастрофы остается не более 1 % популяционной дозы.

Воздействие излучения может быть внутренним или внешним и может происходить различными путями.

*Внутренне воздействие* ионизирующего излучения происходит, когда радионуклиды вдыхаются, поглощаются или иным образом попадают в кровообращение (например, в результате инъекции, ранения). Внутреннее воздействие прекращается, когда радионуклид выводится из организма либо самопроизвольно (с экскрементами), либо в результате лечения.

*Внешнее радиоактивное заражение* может возникнуть, когда радиоактивный материал в воздухе (пыль, жидкость, аэрозоли) оседает на кожу или одежду или при воздействии рентгеновских лучей в медицинских целях.

Потребление зараженных пищевых продуктов и/или воды увеличивает общее радиационное воздействие и может создать повышенный риск долгосрочных последствий, таких как онкологические заболевания.

Все рассмотренные явления отрицательно сказываются на самочувствии населения, что выражается, прежде всего, в быстрой утомляемости и подверженности различным заболеваниям преимущественно неинфекционной природы. Такое самочувствие значительной части городских жителей считается на Западе специфическим заболеванием, получившим название «урбанит».

### **Вопросы для самоконтроля**

1. *Охарактеризуйте зоны экологического воздействия города на территорию.*
2. *Охарактеризуйте проблемы оползней и подтопления территорий.*
3. *Охарактеризуйте проблемы загрязнения почвы патогенами и газодымовыми выбросами.*
4. *Охарактеризуйте негативное влияние горнодобывающей промышленности на компоненты окружающей среды.*
5. *Раскройте проблему отходов.*
6. *Охарактеризуйте проблему загрязнения городских водоемов.*
7. *Охарактеризуйте проблему истощения водных запасов.*
8. *Охарактеризуйте проблему загрязнения атмосферного воздуха городов.*
9. *Опишите влияние различных аспектов современного образа жизни горожан.*
10. *Охарактеризуйте негативное влияние физических факторов на здоровье населения города.*

## ГЛАВА 9. ОСНОВЫ АРКОЛОГИИ

Городской житель в зависимости от образа жизни и условий трудовой деятельности от 52 до 85 % суточного времени проводит в помещениях зданий. Поэтому важно понимать как внутренняя среда оказывает влияние на его самочувствие, работоспособность, а также общую заболеваемость.

Исследованиями и конструированием экологичных зданий занимается обширная область научного знания – *аркология, или экология жилых, общественных и производственных зданий*. Аркология – наука о взаимосвязях искусственных архитектурных объектов с окружающей средой (внешней и внутренней), о влиянии этих сооружений на здоровье населения, о методах и приемах проектирования и строительства «экологичных» зданий и сооружений.

Задачи аркологии:

- соблюдение экологических требований к качеству жилой среды, её экологической безопасности;
- энерго- и ресурсосбережение при создании и функционировании жилой среды;
- использование замкнутых циклов природопользования.

Реймерс Н. Ф. наметил границы аркологии. По его мнению, применительно к жилым зданиям содержание аркологии сводится к следующему:

- домовый и приусадебный участок (внутренние дворы и дворики; служебные постройки; озеленение участка; вертикальное озеленение; животные вокруг дома; декор домов, цвет, национальная символика);
- стеновые конструкции (теплоизоляция, ветроустойчивость, воздухопроводимость, естественная и принудительная вентиляция; эмиссия газов из стен; тяжелые и легкие ионы; пыль; радиоактивность, проблема радона; шумопоглощение и шумозащита);
- план этажа (особенности зданий различной этажности; веранды, лоджии, балконы; ландшафтно-экологический подход);
- планировка квартиры (экспозиция помещений, размеры окон; анфилады комнат и изолированная планировка; кухня-столовая; санитарный узел; ритуальные и традиционные объекты);
- экология человеческого жилья (информационность комнаты, квартиры, дома, района; воздействие этажности и стеновых конструкций на экологию человека; тепловой комфорт, кондиционирование воздуха; объемы, размеры и высота жилых помещений, их воздействие на человека; цветовая гамма окраски стен и ее воздействие на человека; рациональная мебель, ковры; домашняя библиотека; степень изолированности и общения людей в жилище и квартале; опасность скученности населения и городская агрессивность; социальное разнообразие и его эколого-социальная роль;

– животные и их антропоэкологическая роль (птицы, млекопитающие, рыбы, другие животные);

– комнатные растения и их экологическая роль.

Комплексный подход к понятию жилища позволяет создать полноценную жизненную среду. Гигиеничность среды любого жилища — наиболее традиционная составляющая комфортности там пребывания. Поскольку этот фактор влияет на здоровье людей, основные показатели жестко нормируются подзаконными актами государственного и регионального уровня (СНиПы, ГОСТы, ОСТы, СП, ТУ).

Жилые здания располагаются преимущественно в селитебной зоне в соответствии с функциональным зонированием территории города. Участок, предлагаемый для размещения жилых зданий, должен находиться за пределами санитарно-защитных зон предприятий, сооружений и иных объектов. Размещают жилые здания с учетом инсоляции и гигиенических требований к естественной освещенности. Объекты общественного назначения, встроенные в жилые здания, не должны оказывать вредного влияния на человека, иметь входы, изолированные от жилой части здания, и обеспечивать соблюдение гигиенических нормативов.

Существует несколько *типов жилых* зданий:

– *секционного типа* (здание, состоящее из одной или нескольких секций);

– *галерейного типа* (здание, в котором квартиры имеют выходы через общую галерею не менее чем на две лестницы);

– *коридорного типа* (здание, в котором квартиры имеют выходы через общий коридор не менее чем на две лестницы).

В санитарно-гигиеническом отношении большое значение имеют *лестницы*. Они должны быть устроены так, чтобы человек затрачивал минимум усилий без выраженной нагрузки на сердечно-сосудистую, дыхательную, костно-мышечную системы, что и обуславливает требования к их устройству. Основным элементом лестницы – марш, состоящий из ступеней и площадки. В марше принято устраивать не менее 3 и не более 18 ступеней (число ступеней должно быть нечетно, т.к. человеку комфортнее начинать и заканчивать движение по лестнице с одной ноги). При использовании большего количества проступей, рекомендуется дополнительно устанавливать лестничную площадку. Чем шире ступени, тем меньше должен быть угол наклона, а чем уже ступени, тем круче угол уклона лестницы. Если ширина проступи слишком большая, то при подъеме по лестнице будет сбиваться шаг, а если конструкция будет узкой, то затруднения могут появиться при спуске. Соблюдение отношений между расстоянием для передвижения и уклоном обеспечивает эргономичное перемещение по лестнице.

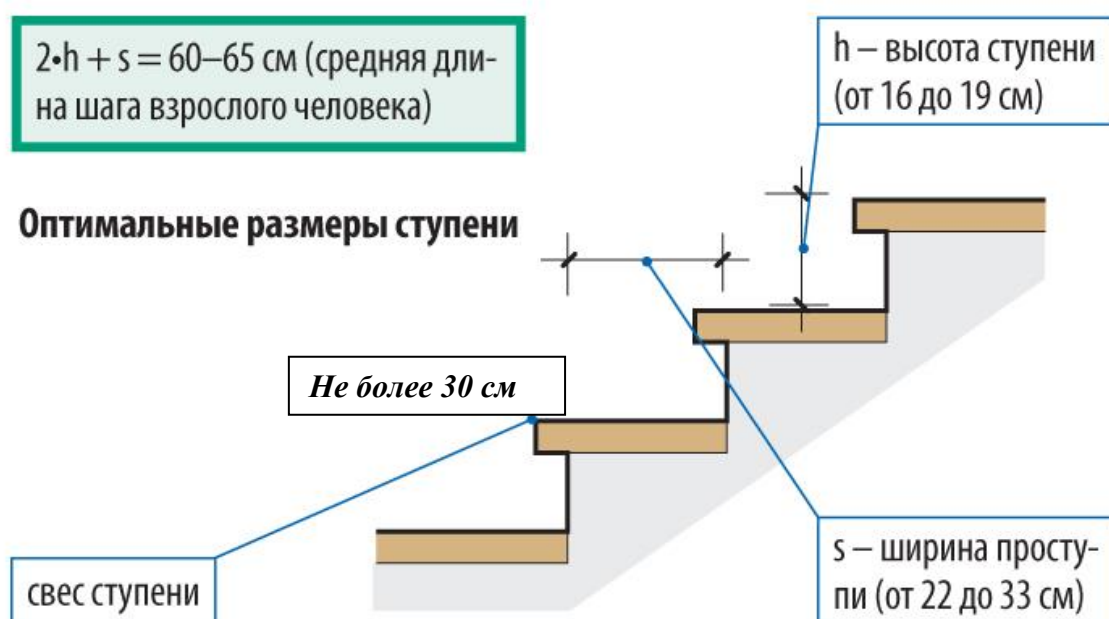


Рис. 11. Оптимальные размеры ступени (по: СП 118.13330.2012 и СП 54.13330.2016)

На рис. 11 представлены оптимальные размеры ступеней согласно СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения» и СП 54.13330.2016 «Здания жилые многоквартирные». Размеры ширины марша установлены в пределах 90 – 120 см.

По нормативам магазины, аптеки, общественные здания должны быть оборудованы пандусами. Угол уклона пандуса должен не превышать 5 градусов (СП 59.13330.2020 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»).

Искусственную среду зданий отождествляют с микроклиматом. Это понятие довольно емкое. Микроклимат внутренней среды определяется сочетанием метеорологических условий, инсоляции, экологической чистотой компонентов среды, звукового и зрительного комфорта.

*Инсоляционный режим* – одно из важнейших условий гигиеничности застройки. Критерием инсоляции является продолжительность солнечного облучения. Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь *естественное освещение*, которое оказывает благотворное психологическое воздействие на человека.

Естественное освещение подразделяется на боковое (световые проемы в стене), верхнее (световые проемы в крыше) и комбинированное.

Освещенность – световой поток, падающий на единицу площади, не зависит от направления источника света и измеряется в Люксах ( $1 \text{ Лк} = 1 \text{ Лм/км}^2$ ).

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), рассчитываемая по формуле 7:

$$KEO = (E/E_0) \cdot 100 \%, \quad (7)$$

где  $E$  – естественная освещенность создаваемая светом неба в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения, Лк;

$E_0$  – наружная горизонтальная освещенность, создаваемая светом полностью открытого небосвода, Лк.

$KEO$  имеет значения:

- при верхнем и комбинированном освещении – 4 – 3 %;
- при боковом освещении – 1,5 – 1 %.

Нормативная продолжительность инсоляции на определенные календарные периоды с учетом географической широты местности приведена в СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 (табл. 2).

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.

Таблица 2

**Продолжительность непрерывной инсоляции**  
(по: СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01)

| Зона территории | Географическая широта | Контрольный период продолжительности инсоляции | Продолжительность инсоляции, ч, не менее |
|-----------------|-----------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Северная        | Севернее 58° с.ш.     | с 22 апреля по 22 августа                      | 2,5                                      |
| Центральная     | 58...48° с.ш.         | с 22 марта по 22 сентября                      | 2,0                                      |
| Южная           | Южнее 48° с.ш.        | с 22 февраля по 22 октября                     | 1,5                                      |

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).

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.

В южных районах инсоляция может вызывать перегрев помещений. Поэтому в жилых домах не допускается ориентация односторонних квартир на сектор горизонта от  $200^{\circ}$  до  $290^{\circ}$ . Предусматриваются солнцезащитные мероприятия – зеленые насаждения и специальные конструктивные устройства: горизонтальные козырьки вдоль фасадов, экраны, навесы, карнизы, балконы.

Метеорологические условия помещений определяются температурой воздуха, 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 ГОСТ 30494-2011 (табл. 3).

Соблюдение нормируемых микроклиматических параметров обеспечивается энергоэффективностью (теплоэффективностью) здания, которая обеспечивается комплексом мероприятий.

На *градостроительном* уровне учитываются природно-климатические условия региона, особенности местных микроклиматических условий.

*Архитектурные и объемно-планировочные мероприятия* определяются ориентацией дома относительно сторон света, наличием затеняющих деревьев и сооружений. Теплоэффективность здания обеспечивается его малорасчлененной, компактной формой, обтекаемой ветровым потоком. 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 %.

Таблица 3

**Оптимальные и допустимые нормируемые параметры микроклимата помещений жилых зданий и общежитий (по: ГОСТ 30494-2011)**

| 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<br>(20...24)* | 19...20                        | 17...23<br>(19...23) | 45...30                    | 60                   | 0,15                                     | 0,2        |
|             | То же, в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) - 31 °С и ниже | 21...23                 | 20...24<br>(22...24)  | 20...22                        | 19...23<br>(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                                                                       | 16...18                 | 14...20               | 15...17                        | 13...19              | НН                         | НН                   | 0,2                                      | 0,3        |
| Теплый      | Кладовые                                                                                           | 16...18                 | 12...22               | 15...17                        | 11...21              | НН                         | НН                   | НН                                       | НН         |
|             | 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.

К конструктивным мероприятиям относятся: повышение теплозащитных свойств внешних ограждений помещения, а также применение стеклопакетов с повышенной герметизацией.

*Инженерно-техническими мероприятиями* является оснащение зданий системами отопления с автоматическим терморегулированием, приточной вентиляцией с подогревом воздуха в зимнее время, электроподогрев пола комнат.

*Регулирование качества воздушной среды здания* осуществляется в отношении загрязняющих компонентов, присутствующих внутри помещений, которые 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.

*Антропотоксины* – вещества, являющиеся продуктами жизнедеятельности человека. Дыхание, потоотделение и другие процессы, связанные с метаболической активностью человеческого организма, приводят к повышению влажности, появлению запахов. Качественный и количественный состав антропотоксинов зависит от пола, возраста, этнической принадлежности, состояния здоровья, характера пищи. 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. 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.

К загрязнителям, образуемым внутри помещений, относятся *химические вещества*, выделяемые из строительных и отделочных материалов, мебели, предметов домашнего обихода. В таблице 4 представлен перечень вредных веществ, поступающих из строительных и отделочных материалов в воздух квартир и оказывающих негативное влияние на здоровье населяющих их людей.

Содержание загрязняющих веществ в помещении можно снизить следующими мероприятиями: достаточным воздухообменом; применением технических устройств для очистки воздуха; объемно-планировочными мерами; использованием экологически чистых строительных и отделочных материалов.

Согласно СанПиН 2.1.3684-21, на кухнях, в ванных комнатах, душевых, туалетах и сушильных шкафах должны быть вытяжные отверстия вентиляционных каналов. Не допускается объединение вентиляционных каналов кухонь, душевых и санитарных узлов, помещений медицинского назначения, прачечных с жилыми комнатами. Вентиляция объектов общественного назначения, эксплуатируемых в многоквартирных жилых домах, должна быть автономной.

Мусороприемная камера должна быть оборудована водопроводом,

канализацией, а также самостоятельным вытяжным каналом, обеспечивающим вентиляцию камеры. Вход в мусороприемную камеру должен быть изолирован от входа в здание и другие помещения.

Эффективным методом очистки воздуха от пыли, микроорганизмов и химических веществ является *фильтрация*. Для улавливания пыли и бактериальных аэрозольных частиц используются электрофилтры, а также масляные, бумажные, матерчатые фильтры.

Примерами *объемно-планировочных решений* по снижению загрязнения помещений являются: двухсторонняя ориентация квартир с угловой, сквозной и горизонтально-вертикальной схемами проветривания, способствующая активному воздухообмену; зонирование внутреннего пространства квартиры по видам хозяйственно-бытовой деятельности, что позволит изолировать внутренние источники загрязнения; увеличение числа и площади подсобных помещений, позволяющих складировать предметы бытовой химии и домашнего обихода

Таблица 4

#### Вредные вещества, выделяющиеся из строительных материалов

| Вещества     | Источник поступления                                                                                   |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Формальдегид | ДСП, ДВП, ФРП, мастика, герлен, пластификаторы, шпатлевка и др.                                        |
| Фенол        | ДСП, ФРП, герлен, линолеумы, мастики, шпатлевка                                                        |
| 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, шпатлевки, мастики, пластификаторы для бетона                                      |
| Этилацетат   | Лаки, краски, клеи, мастики и др. материалы                                                            |
| Бутилацетат  | Лаки, краски, мастики, шпатлевки                                                                       |
| Этилбензол   | Шпатлевки, мастики, линолеумы, краски, клеи, смазки для форм, пластификаторы, цемент, бетон с отходами |
| Ксилолы      | Линолеумы, клеи, герлен, шпатлевки, мастики, лаки, краски, смазки                                      |
| Толуол       | Лаки, краски, клеи, шпатлевки, мастики, линолеумы и др. отделочные материалы                           |
| Бутанол      | Мастики, клеи, смазки, линолеумы, лаки, краски                                                         |
| Гексаналь    | Костный клей, цемент с добавкой                                                                        |
| Пентаналь    | Клей, цемент, герлен                                                                                   |
| Хром, никель | Цемент, бетон, шпатлевки и др. материалы с добавлением промышленных отходов                            |

*Шумы* в помещении жилых и общественных зданий можно разделить на *внутренние* и *внешние*. К внутренним шумам относятся бытовые шумы и шумы, создаваемые при работе инженерного и санитарно-технического оборудования (вентиляционных установок, лифтов, насосов, кондиционеров, электродвигателей). Внутренние и внешние шумы разделяют на *воздушные* (проникает через окна и стены), *ударные* (прыжки, танцы, ходьба, забивание дюбелей, передвижение мебели) и *структурные* (работа лифта, холодильная камера, ремонтные работы).

Воздушный шум в помещениях жилых и общественных зданий нормируется допустимыми октавными уровнями звукового давления и допустимыми уровнями звука для постоянного шума. Октавные уровни звукового давления в помещениях от всех источников шума определяются с помощью акустических расчетов. Требуемое снижение октавных уровней звукового давления  $\Delta L$ , дБ, в помещениях вычисляется по формуле 8:

$$\Delta L = L_{\Sigma} - L_{\text{доп}}, \quad (8)$$

где  $L_{\Sigma}$  – октавный уровень звукового давления в расчетной точке от всех источников шума;  $L_{\text{доп}}$  – допустимый октавный уровень звукового давления (табл. 5).

Основными методами снижения шума в помещениях зданий до уровня допустимых величин являются метод звукопоглощения и метод звукоизоляции.

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);
- комбинированные поглотители.

Свойство материалов поглощать звук характеризует коэффициент звукопоглощения  $\alpha$ , рассчитывающийся по формуле 9:

$$\alpha = E_{\text{погл}} / E_{\text{пад}}, \quad (9)$$

где  $E_{\text{погл}}$  – количество поглощенной звуковой энергии;

$E_{\text{пад}}$  – общему количеству падающей энергии.

Если вся энергия звука поглощается, то  $\alpha = 1$ , если отражается, то  $\alpha = 0$ .

В таблице 6 приведены звукопоглощающие характеристики некоторых материалов.

Таблица 5

## Допустимые уровни звукового давления и уровни звука в помещениях (по: СП 51.13330.2011)

| 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                                                                                                                                       | <u>59</u><br>51                                                                                 | <u>48</u><br>39 | <u>40</u><br>31 | <u>34</u><br>24 | <u>30</u><br>20 | <u>27</u><br>17 | <u>25</u><br>14 | <u>23</u><br>13 | <u>35</u><br>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 | <u>63</u><br>55                                                                                 | <u>52</u><br>44 | <u>45</u><br>35 | <u>39</u><br>29 | <u>35</u><br>25 | <u>32</u><br>22 | <u>30</u><br>20 | <u>28</u><br>18 | <u>40</u><br>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                                                                                                                                                | <u>67</u><br>59                                                                                 | <u>57</u><br>48 | <u>49</u><br>40 | <u>44</u><br>34 | <u>40</u><br>30 | <u>37</u><br>27 | <u>35</u><br>25 | <u>33</u><br>23 | <u>45</u><br>35                                |
| Залы кафе, ресторанов, столовых                                                                                                                                                          | 75                                                                                              | 66              | 59              | 54              | 50              | 47              | 45              | 44              | 55                                             |
| Торговые залы магазинов, пассажирские залы аэропортов и вокзалов,                                                                                                                        | 79                                                                                              | 70              | 63              | 59              | 55              | 53              | 51              | 49              | 60                                             |

## Коэффициенты звукопоглощения материалов

| Материал                                        | Коэффициент звукопоглощения $\alpha$ |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Бетон                                           | 0,015                                |
| Стекло                                          | 0,02                                 |
| Дерево                                          | 0,1                                  |
| Войлок                                          | 0,3...0,5                            |
| Открытое окно (для сравнения) шум уходит в окно | 1,0                                  |

*Метод звукоизоляции* основан на отражении звуковой волны, падающей на ограждение (экран). При этом можно выделить два вида звукоизоляции: изоляцию воздушного шума и изоляцию ударного шума, которые обеспечиваются с помощью соответствующего выбора ограждающих конструкций помещений зданий. Ограждающие конструкции, которые применяются в строительной практике, в большинстве случаев являются плоскими (панели, плиты, стены, перегородки, перекрытия), иногда цилиндрическими.

Ограждающие конструкции подразделяются на акустически однородные и акустически неоднородные. *Акустически однородными* являются ограждения, состоящие из одного или нескольких несжимаемых в поперечном направлении и жестко связанных между собой слоев различных материалов (например, панель из железобетона или кирпичная стена). К *акустически неоднородным* ограждениям относятся ограждения, состоящие из двух или более жестких слоев, разделенных воздушным промежутком, который может быть полностью или частично заполнен упруго мягким материалом (например, минеральной ватой).

Основным источником внешнего шума в городе 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.

*Радиоактивное загрязнение среды помещений здания* обусловлено двумя причинами:

- гамма-излучением естественных радионуклидов, находящихся в строительных материалах;
- присутствием в воздухе помещений радиоактивных газов радона и торона и дочерних продуктов их распада.

Практически все строительные материалы в той или иной степени радиоактивны. 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). 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) (формула 10):

$$A_{эфф} = A_{Ra} + 1,3A_{Th} + 0,09A_K \quad (10)$$

Значения эффективной удельной активности радионуклидов  $A_{эфф}$  в некоторых строительных материалах приведены в таблице 7

Таблица 7

**Эффективная удельная активность радионуклидов,  
присутствующих в строительных материалах**

| <b>Строительные материалы</b>                  | <b><math>A_{эфф}</math>, Бк/кг</b> |
|------------------------------------------------|------------------------------------|
| 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                                 |
|                                                | 38                                 |
| Шлак конверторный (черная металлургия)         | 60                                 |
| Фосфогипс (химическая промышленность)          | 62                                 |
| Хвосты (горнообогатительные комбинаты)         | 65                                 |
| Шлак (цветная металлургия)                     | 153                                |
| Шлак доменный (черная металлургия)             | 194                                |
| Шлак (ТЭЦ)                                     | 204                                |
| Зола ТЭЦ                                       | 224                                |
| Фосфорные шлаки (химическая промышленность)    |                                    |

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), а также материалы, являющиеся побочными продуктами промышленности и отходами промышленного производства (золы, шлаки).

Согласно требованиям СанПиН 2.6.1.2523-09:

- 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 производственных сооружений могут использоваться материалы (II класса), в которых  $A_{эфф} \leq 740$  Бк/кг.

- для материалов, используемых в дорожном строительстве вне населенных пунктов (III класс):  $A \leq 1500$  Бк/к

Газообразными радионуклидами являются газы радон (Rn-222 – продукт распада урана-238, с  $T_{1/2}=3,8$  сут.) и торон (Rn-220 – продукт распада тория 232, с  $T_{1/2}=55,5$  с). Радон-222 вносит в суммарную дозу облучения вклад в 20 раз больший, чем радон-220.

Основной путь проникновения радона в помещения (60 %) – инфильтрация из-под фундамента зданий, 25 % поступает из строительных материалов и конструкций. Концентрация радона внутри помещения обычно намного превышает его содержание на открытом пространстве, поэтому большая часть радона проникает в организм человека в плохо проветриваемых помещениях. Особенно высоки концентрации радона в плохо проветриваемых квартирах первых этажей, цокольных и подвальных помещений. Влажность помещения значительно повышает выделение радона. Радон хорошо растворяется в воде и при контакте подземных вод с радоном, они очень быстро насыщаются последним. Растворенный в воде радон действует двояко. С одной стороны, он вместе с водой попадает в пищеварительную систему, а с другой стороны, люди вдыхают выделяемый водой радон при ее использовании. Ингаляционный способ воздействия радона считается более опасным для здоровья. Радон – основная причина рака легких. По оценкам, он вызывает от 3 до 14 % случаев рака легких, в зависимости от средней концентрации газа по стране и распространенности курения.

*Требования радиационной гигиены* должны соблюдаться на всех этапах строительства зданий. При выборе территории застройки следует учитывать гамма-фон местности, радиационный состав грунта и скорость эксхалации

радона из него. В процессе проектирования зданий необходимо определять требования к радиационному качеству строительных материалов и конструкций и выбирать проектные решения, ограничивающие поступления радона внутрь помещений.

В построенных и эксплуатируемых зданиях радиационный контроль ведется по определению мощности эффективной дозы гамма-излучения в помещениях и среднегодовой эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) дочерних изотопов радона и торона в них. Если ЭРОА радона и торона больше  $200 \text{ Бк/м}^3$ , а мощность дозы гамма-излучения выше гамма-фона открытой мощности на  $0,2 \text{ мкЗв/ч}$ , необходимо проводить защитные мероприятия, направленные на снижение поступления радона в воздух помещений. Если ЭРОА радона и торона больше  $400 \text{ Бк/м}^3$ , 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.

Мероприятия по охране помещений зданий от радиоактивного загрязнения включают:

- отказ от использования в строительстве зданий материалов с высокой эффективной удельной активностью радионуклидов;
- тщательную герметизацию контактирующих с грунтом участков построек и своевременную ликвидацию трещин;
- интенсивную вентиляцию зданий, особенно подвалов и нижних этажей;
- нанесение защитных покрытий на стены и полы помещений;
- использование радоноизолирующих облицовочных и отделочных материалов.

Исходя из приведенных выше фактов, можно заключить, что массовое жилищное строительство далеко не экологично. В помещениях складывается неблагоприятная для человека среда: вместе со строительными материалами, мебелью и оборудованием в квартиры попадают вредные для организма человека вещества, системы вентиляции не обеспечивают очистки воздуха в помещениях, нарушается шумовой режим, велики теплопотери зданий, а микроклимат в них не соответствует требованиям комфортности жилой среды. Многоэтажные здания не обеспечивают их жителям необходимой связи с земельным участком, вокруг непомерно крупных жилых домов формируются неблагоприятные микроклимат и психологическая обстановка, архитектурный облик построек не отвечает эстетическим запросам современного человека.

В связи с этим, все большее значение в городах приобретает так называемый *синдром больных зданий*, выражающийся в нарушении здоровья людей вскоре после вселения в новые административные и жилые здания. Считается, что основными причинами его возникновения являются увеличение степени герметичности зданий (уменьшение притока наружного воздуха), а также широкое применение синтетических материалов при строительстве и меблировке современных, в первую очередь офисных, помещений.

Так, изготовление бетонов с использованием вторичного сырья (шлаки, фосфогипсы) повышают радиоактивный фон в конструкциях до пределов, небезопасных для человека. В практике отсутствуют контроль и средства, способные защитить жителей первого этажа от вероятного проникновения из-под земли радона. Широкое применение полимерных материалов повышает вероятность загрязнения внутренней среды продуктами их распада. Асбест, стекловата, многие типы линолеума, древесностружечных плит, лаки, краски, стиральные порошки, пластические материалы далеко небезопасны для здоровья людей и домашних животных.

Выделяют две категории «больных» зданий: «временно больные» и «постоянно больные».

В первом случае присутствуют жалобы людей на плохое самочувствие, развитие болезненных состояний, связанных с качеством строительных или отделочных материалов, с функционированием санитарно-технического оборудования. Причиной их возникновения чаще всего является превышение ПДК в воздушной среде помещений каких-либо химических веществ. Эта категория включает недавно построенные или недавно реконструированные здания, в которых частота и интенсивность проявления болезненных симптомов ослабевают с течением времени. В большинстве случаев примерно через полгода они исчезают совсем.

Отличительной особенностью зданий второй категории является то, что симптомы расстройства здоровья у людей возникают при нахождении в помещениях, где параметры окружающей среды не превышают общепринятых ПДК. Тем не менее, у человека, находящегося в таком помещении, появляются слабость, головные боли, раздражение конъюнктивы глаз, слизистых оболочек носа и горла, нарушение вкусовых ощущений, но все эти явления исчезают или незначительно уменьшаются, как только обитатели таких зданий выходят на улицу. Полагают, что качество воздуха, в первую очередь его химический состав, играет важную роль в возникновении синдрома больных зданий.

Вероятной причиной появления синдрома является эффект синергизма токсического действия десятков, а то и сотен органических веществ различных классов, присутствующих в воздушной среде помещений, который во много раз может превосходить эффект вредного действия отдельно взятого соединения.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1. Охарактеризуйте аркологию как науку.*
- 2. Сформулируйте требования к аркологии по Н Ф. Реймерсу.*
- 3. Приведите оптимальные размеры лестничного марша.*
- 4. Охарактеризуйте требования к инсоляционному режиму помещений.*
- 5. Охарактеризуйте требования к метеорологическим условиям в помещениях.*
- 6. Охарактеризуйте требования к шумовой нагрузке в жилых и общественных зданиях.*
- 7. Дайте определение понятию «синдром больных зданий».*

## ГЛАВА 10. АСПЕКТЫ ВИДЕОЭКОЛОГИИ

Научное направление, изучающее визуальную среду как экологический фактор, получило название *видеоэкологии*. Урбанизация внесла существенные изменения в постоянную видимую среду человека. Это касается как цветовой гаммы, так и структуры окружающего пространства.

Совершенно очевидно, что естественная среда является для глаза более адекватной, так как к ней он эволюционно приспособился за многие миллионы лет, а в городской среде человек оказался относительно недавно. Известно так же, что при длительном пребывании человека в видимой среде, бедной зрительными элементами, наступает нарушение движений глаз, ухудшается самочувствие и возникает ощущение дискомфорта. Следовательно, постоянное видимое поле, его насыщенность зрительными элементами оказывают воздействие на состояние человека, т.е. действуют как любой другой экологический фактор, наряду с загрязнением воды и воздуха, повышенным шумом и радиацией.

Зрительное восприятие окружающего пространства достигается совместной работой сенсорного и двигательного аппарата. Причём двигательный аппарат глаз работает в активном режиме, благодаря чему обеспечивается непрерывное сканирование двигательного пространства. Иными словами, в большинстве случаев первичным является движение глаз, а вторичным – увиденная часть пространства или его отдельная деталь, за которую «зацепился» глаз. Это новое представление о механизме быстрых движений глаз, или саккад.

Таким образом, теоретической основой видеоэкологии является концепция об автоматии саккад. *Автоматия саккад* – это свойство глазодвигательного аппарата человека совершать быстрые движения глаз непроизвольно в определенном ритме в бодрствующем состоянии при наличии и отсутствии зрительных объектов и во время парадоксальной стадии сна.

Глаз – самый активный из органов чувств; он никогда не стоит на месте, постоянно перемещаясь в двух основных плоскостях: горизонтальной (право – лево) и вертикальной (вверх – вниз). Такая активность достигается природой глазодвигательного аппарата и в особенности работы его нервных центров, а так же свойствами мышц глаза, которые являются самыми быстродействующими в организме.

Саккады – быстрые, строго согласованные движения глаз, происходящие одновременно и в одном направлении. Характер следования саккад обусловлен деятельностью центральной нервной системы, соответствующие структуры которой способны генерировать сигнал по типу автоматии, т.е. способны к ритмогенезу. Каждому человеку присущ собственный паттерн следования саккад, который определяется тремя параметрами: интервалом между саккадами, их амплитудой и ориентацией.

Перемещения глаза, в основном, достигаются двумя видами движений: медленными и быстрыми. Быстрые движения глаз на записи имеют вид

вертикальных прямых тонких линий – саккад. Саккады правого и левого глаза совершенно синхронны и одинаковой амплитуды, ориентированы в одном направлении.

Движения глаз обладают большой индивидуальностью, Тем не менее, было выделено пять характерных типов движений.

1. *П – образный тип* – на неизменном фоне медленных движений глаз появляется саккада, а через некоторое время последующая саккада приводит глаз в исходное состояние, в результате чего на записи получится буква «П». Такой тип движения глаза встречается наиболее часто и присущ уравновешенным людям, а также людям с близорукостью.

2. *Саккадический тип* характеризуется множеством саккад, которые возникают на меняющемся фоне медленных движений глаза. Сами саккады различаются по амплитуде и имеют выраженные проскоки. Саккадический тип чаще всего встречается у возбудимых людей.

3. *Оптокинетический тип* характеризуется ориентированием большей части саккад в одну сторону (при дефектах в зрительной системе).

4. *Дрейфовый тип* движения глаз регистрируется у спокойных и флегматичных людей, который характеризуется малым числом саккад и большими колебаниями медленного компонента движений.

5. *Взрывной тип* присущ людям с психическими отклонениями в скрытой форме.

В темноте саккады не исчезают. Они следуют в прежнем ритме, но амплитуда их увеличивается. Саккады можно зарегистрировать не только у бодрствующего человека, они есть и во время сна в стадии быстрых движений глаза. Приём алкоголя оказывает большое влияние на автоматию саккад. Уже через 40 – 60 минут все саккады ориентированы в одну сторону – в ту, куда было направлено большее число саккад при фиксации неподвижной точки. Таким образом, алкогольная интоксикация усугубляет физиологическую асимметрию. Восстановление нормы происходит только спустя двое суток.

Психологическими исследованиями было выявлено, что длительное пребывание в условиях недостатка информации для органов чувств приводит к «сенсорному голоду». Такие условия возникают у полярников, моряков-подводников, спелеологов, космонавтов, машинистов метро и людей, занятых однообразным трудом в замкнутом пространстве. Особенно тяжело люди переносят зрительное голодание. На Крайнем Севере, где визуальная среда бедна зрительными элементами, значительно чаще встречаются нервно-психические заболевания по сравнению с умеренным и южными районами земного шара.

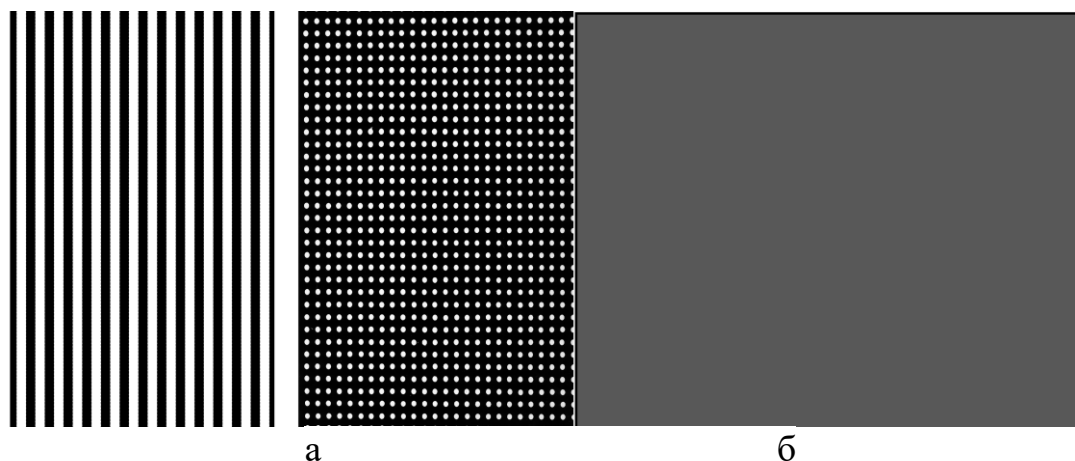
*Гомогенная видимая среда* – это такая среда, в которой либо совсем отсутствуют видимые элементы, либо их число резко снижено (рис. 12, б). В городской среде возникает много гомогенных видимых полей, в частности их создают торцы зданий. При взгляде на «голую» бетонную стену, стеклянные поверхности зданий глазу совершенно не за что «зацепится» после очередной саккады. Если человек окажется у такой стены на расстоянии 40 м, то она

застигает его взор со всех сторон. Это значит, что если человек смотрит на такую поверхность всего лишь 3 секунды, за это время возникает 6 – 9 саккад и все они приходится на голую стену, где нет элементов для фиксации взгляда. Подобную ситуацию можно сравнить с ощущением, когда человек делает очередной шаг и не чувствует под ногой твёрдую почву. Так и глаз за 3 секунды около десяти раз «проваливается в бездну». Однородные гомогенные поля окружают человека не только на городских улицах – их достаточно и дома, и на работе. Они начинаются с гладкой входной двери квартиры, продолжают полированными стенами и заканчиваются кухонной мебелью, облицованной гладким пластиком.

Механизмы зрительного восприятия, которые не могут полноценно работать в гомогенной среде следующие:

- автоматия саккад, так как после очередной саккады глаз не находит детали для осуществления фиксации. Длительная работа в этом режиме вначале ведет к ощущению дискомфорта, а потом к нарушению автоматии саккад;
- системы включения и выключения рецепторов, которые в обычной ситуации срабатывают только на перепад освещенности;
- бинокулярный аппарат глаз, аппарат аккомодации, регуляция размера зрачка;
- нервные клетки мозга.

Помимо гомогенной среды, город насыщен *агрессивной видимой средой* (рис. 12, а). Это присуще всем многоэтажным зданиям, где на огромной стене расположено большое число окон. Глядя на общественное здание мы видим одновременно более 500 одинаковых окон. Аналогичную негативную реакцию вызывают и здания с накладными вертикальными рустами, большее число которых создаёт агрессивное поле по типу «тельняшки».



а – агрессивная видимая среда; б – гомогенная видимая среда

Рис. 12. Типы визуальной среды

Был отмечен тот факт, что встречаясь «лицом к лицу» с агрессивным полем большого размера, имеющего слабую информативность, человек начинает покачивать головой, тем самым увеличивая число движений. Это одновременно подключает вестибулярный аппарат для того, чтобы разобраться в окружающей среде, или, по меньшей мере, выяснить где «верх», а где «низ» и тем самым локализовать себя в пространстве. Контрастность зрительного восприятия в агрессивной среде резко нарушается.

Таким образом, визуальная среда – один из главных компонентов жизнеобеспечения человека. До тех пор, пока человек большую часть времени пребывал в естественной природной среде, проблем в области видеоэкологии практически не было. В агрессивной и гомогенной видимой среде не могут полноценно работать фундаментальные механизмы зрения, в том числе и такие, как автоматия саккад.

Процессы урбанизации ведут к неуклонному росту числа психических заболеваний. По оценке психиатров, 80 % их пациентов страдают так называемым синдромом большого города основные признаки которого подавленное состояние, психическая неуравновешенность и агрессивность. Можно предположить, что рост числа психических заболеваний в определенной степени обусловлен противоестественной визуальной средой в городе, поскольку в гомогенной и агрессивной видимой среде человек чаще пребывает в состоянии беспричинного озлобления.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. *Сформулируйте концепцию об автоматии саккад.*
2. *Охарактеризуйте основные типы движения глаз.*
3. *Охарактеризуйте работу глаз в гомогенной видимой среде.*
4. *Охарактеризуйте работу глаз в агрессивной видимой среде.*

## ГЛАВА 11. ВЛИЯНИЕ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Согласно определению Всемирной организации здравоохранения *здоровье* – объективное состояние и субъективное чувство полного физического, психического и социального благополучия.

Принято проводить четкую грань между индивидуальным и популяционным здоровьем.

*Индивидуальное здоровье* человека формируется индивидуально в условиях общества на основе наследственных факторов и образа жизни, который ведет отдельный человек. *Здоровье человека* — это функциональное состояние его организма, обеспечивающее продолжительность жизни, физическую и умственную работоспособность, хорошее самочувствие и способность воспроизводства здорового потомства.

Можно говорить о трех видах индивидуального здоровья – о здоровье физическом, психическом и нравственном (социальном).

*Физическое (телесное, соматическое) здоровье* подразумевает отсутствие у человека не только заболеваний, но и любых морфологических и функциональных нарушений в организме, которые рассматриваются как предпосылки к формированию хронической патологии. Основа физического здоровья – морфологические и функциональные резервы клеток, тканей, органов и систем органов, обеспечивающие приспособление организма к воздействию различных факторов. *Психическое здоровье* – психическое состояние, способствующее наиболее полному физическому, умственному и эмоциональному развитию человека. *Социальное здоровье* – это хорошее самочувствие человека в обществе, коллективе, семье в реальных жизненных обстоятельствах.

*Популяционное здоровье* рассматривают как основное свойство человеческой общности, ее естественное состояние, отражающее индивидуальные приспособительные реакции каждого сочлена общности людей и способность всей общности наиболее эффективно осуществлять свою социальную и биологическую функцию в определенных условиях конкретного региона.

Оценка качества популяционного здоровья предполагает определение уровня здоровья общности. В самом широком толковании уровень здоровья населения представляет собой совокупность усредненных демографических, медико-статистических, антропометрических, генетических, физиологических, иммунологических, нервно-психических признаков, составляющих общность людей. Совокупность этих признаков позволяет судить о жизнеспособности изучаемой общности и ее работоспособности, физическом развитии, заболеваемости, средней продолжительности жизни членов общности, способности их к воспроизводству здорового потомства.

Под термином *общественное психическое здоровье* подразумевается уровень психического здоровья популяции, то есть распространенность в ней

психических заболеваний, алкоголизма и наркомании, умственной отсталости, различных форм деструктивного поведения, соотношение между психически здоровыми и больными людьми.

С учетом степени влияния на состояние здоровья, в том числе и городского населения, принято выделять 4 группы факторов: окружающая природная среда; наследственность; образ жизни; медицина и здравоохранение.

Существенное влияние на изменение показателей здоровья оказывает изменившаяся городская окружающая среда. В настоящее время выделяют группу болезней, причиной которых является загрязненная окружающая среда и неправильный образ жизни современного человека – *«болезни цивилизации»* – заболевания человека, связанные с духовным неблагополучием, нарушением морально-нравственных норм и механизмов адаптации к неблагоприятным факторам антропогенно измененной среды в условиях стремительного роста научно-технического прогресса.

К группе болезней цивилизации относят патологии сердечно-сосудистой, нервной, иммунной, пищеварительной, эндокринной систем. Установлено, что первопричиной этого роста является стресс. Свое конкретное клиническое выражение это несоответствие находит, прежде всего, в так называемом неврозе неотреагированных эмоций, который лежит в основе возникновения инфарктов миокарда, гипертонической болезни, атеросклероза, сахарного диабета и широкого спектра неврологических заболеваний.

Следствием все возрастающей механизации и автоматизации труда является гиподинамия – резко сниженная мышечная активность. Доля физического труда в деятельности человека сто лет назад составляла 98 %, а сейчас – около 2 %. Детренированность организма способствует также развитию сердечно-сосудистой патологии (инфаркт миокарда, гипертоническая болезнь, инсульт, варикозное расширение вен).

Одной из самых распространенных болезней в экономически развитых странах, является ожирение вследствие потребления продуктов питания с консервантами. Кроме того, химически и механически переработанные продукты привели к тому, что нагрузка на зубной аппарат резко снизилась, следствием чего стала настоящая «пандемия» кариеса, тогда как раньше это заболевание встречалось редко. Обработанные химикатами овощи и фрукты приводят к отравлениям и часто с летальным исходом.

Техногенная цивилизация характеризуется неудержимым ростом различных отраслей промышленности, где заняты миллионы людей. Следствием этого является появление новой группы заболеваний, ранее не известной человечеству, так называемых профессиональных болезней, вызванных воздействием на людей производственных факторов (физических, химических, биологических, психических). К ним относятся силикозы, антракозы, бериллиозы, силикатозы, асбестозы, отравления инсектицидами, пестицидами, шумовая и вибрационная болезни.

Рост загрязнения окружающей среды радиоактивными веществами оказывает существенное влияние на онкологическую заболеваемость, которая

за последние 30 лет среди городского населения возросла в 2 раза. Факторы, вызывающие опухоли, имеют химическую, физическую, иммунологическую, генетическую природу.

Перечисленные выше заболевания далеко не исчерпывают список патологий техногенной и информационной цивилизаций. Не исключено, что в недалеком будущем появятся новые, неизвестные в настоящее время болезни.

К болезням цивилизации относят и *экологически обусловленные заболевания* – это заболевания, развившиеся среди населения какой-либо территории под воздействием на людей вредных факторов среды обитания и проявляющиеся характерными для действия этого причинного фактора симптомами и синдромами или иными неспецифическими отклонениями, которые провоцируются экологически неблагоприятными факторами.

По своей природе все экологически обусловленные заболевания можно разделить на две группы:

- экологически обусловленные заболевания, *связанные с действием природно-обусловленных причин* (так называемые эндемичные заболевания) — избыток или недостаток отдельных элементов в питьевой воде, местных продуктах питания, воздействие экстремальных климатических условий и т. д.;
- экологически обусловленные заболевания, *связанные с деятельностью человека* (или техногенные).

Данные заболевания в свою очередь также можно разделить на две группы:

- вызванные длительным (постоянным) воздействием того или иного вредного фактора или их сочетанием на организм человека. При этом они проявляются повышенным (по сравнению с фоновым уровнем) уровнем заболеваемости известными болезнями;

– вызванные резким внезапным значительным увеличением того или иного вредного фактора химической или физической природы во внешней среде (как правило, в результате аварий). При этом на данной территории наблюдается резкое увеличение (вспышка) «новых» или уже известных заболеваний.

С учетом возникновения и распространенности в той или иной зоне очага социально-экологического напряжения выделяется следующая классификация экологически обусловленных заболеваний:

- *индикаторная экологическая патология* – отражает высокую степень зависимости состояния здоровья от загрязнения окружающей среды (профессиональные болезни, онкологические заболевания, перинатальная смертность, врожденная патология, генетические дефекты, аллергические заболевания и реакции, токсикологические поражения);

– *экологически зависимая патология* – отражает среднюю степень зависимости от загрязнения окружающей среды (младенческая смертность, смертность детей раннего возраста, общая детская смертность, вторичные иммунодефициты, смертность новорожденных, хронический бронхит и пневмонии у детей, хронические паренхиматозные поражения печени и желчевыводящих путей, обострения основных заболеваний дыхательной и

сердечно-сосудистой систем в дни резкого ухудшения метеорологической обстановки в городах, микроэлементозы);

– *экологически обусловленная патология* – отражает умеренную зависимость от состояния окружающей среды (спонтанные выкидыши, патология беременности, хронический бронхит и пневмонии у взрослых, заболеваемость с временной утратой трудоспособности (инфекционной и неинфекционной природы), анемии у детей, основные заболевания сердечно-сосудистой системы).

### **Вопросы для самоконтроля**

1. *Дайте определение понятиям «здоровье», «индивидуальное здоровье», «популяционное здоровье».*
2. *Дайте характеристику физическому, психическому и нравственному здоровью на индивидуальном и популяционном уровнях.*
3. *Охарактеризуйте «болезни цивилизации».*
4. *Приведите классификацию экологически обусловленных заболеваний.*

## Глава 12. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Оценка состояния городской среды — один из методов изучения города. В рамках этого мероприятия выявляются основные источники, ухудшающие экологическую обстановку города.

Для выполнения работы студенту выдается определенный квартал города, на базе которого проводится исследование. Работа ведется в два этапа:

1. Исследование территории на местности.
2. Обработка полученных данных.

### ***Практическое задание 1. Территория объекта исследования.***

1.1. Общая характеристика г. Нижнего Новгорода, местоположение объекта исследования.

Студенту необходимо дать общую характеристику города Нижнего Новгорода, указать его климатические условия (средняя температура по месяцам, количество осадков). Далее указать местоположение исследуемой территории в рамках города, ее границы (номера домов, улицы), характер использования территории (жилая застройка, промышленные объекты, административные здания, рекреационная зона). При наличии промышленных предприятий и других вредных производств указать расстояние до них и класс опасности в соответствии с Федеральным законом от 04.03.2013 № 22-ФЗ.

1.2. Характеристика объекта исследования.

По карте необходимо вычислить общую площадь, которая подлежит изучению, измерить расстояние до ближайшего водного объекта, высчитать количество строений, располагающихся на объекте исследования, их этажность. Данные заносятся в таблицу (табл. 8).

Таблица 8

### **Характеристика объекта исследования**

| <b><i>Ориентация по сторонам света</i></b> | <b><i>Название улицы</i></b> | <b><i>Границы, м</i></b> |
|--------------------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Северо-запад                               |                              |                          |
| Юго-запад                                  |                              |                          |
| Северо-восток                              |                              |                          |
| Юго-восток                                 |                              |                          |
| <b><i>Водоем</i></b>                       |                              |                          |
| р. Волга                                   |                              |                          |
| оз. Мещерское                              |                              |                          |
| <b><i>Постройки</i></b>                    |                              |                          |
| Многоэтажный дом (жилое здание)            |                              |                          |
| Двухэтажный дом (административное здание)  |                              |                          |

В масштабе 1:500 необходимо выполнить ситуационный план, на котором отметить все имеющиеся строения, пешеходные и автомобильные дороги, их протяженность в метрах, указываются расстояния до водоемов. На ситуационном плане надо обозначить места сбора мусора (организованные и несанкционированные), светофоры, пешеходные переходы.

### ***Задание 2. Выделение видов городских земель по их запечатанности.***

Запечатанность земель (характер покрытия поверхности) является критерием, отражающим их природоохранный потенциал как возможность выполнения землями средозащитных и средоформирующих функций.

В зависимости от наличия строений (зданий, сооружений и объектов незавершённого строительства) городские земли делятся на застроенные и незастроенные.

По характеру покрытия поверхностного слоя выделяют группы запечатанных (застроенные и замощенные, покрытые асфальтом, бетоном и т.п.) и открытых (незапечатанные, незастроенные и незамощенные) земель. Отдельно рассматриваются земли, покрытые водой.

Земли, относящиеся к разным видам по их запечатанности, различаются физическим состоянием, характером поверхности и, соответственно, спектрально-отражательными свойствами, важными для осуществления мониторинга земель дистанционными методами.

На карте г. Н. Новгорода необходимо дешифровать городские земли с экологических (природоохранных) позиций, выделив соответствующие виды земель по их запечатанности и нанеся их границы. При иллюминировании рекомендуется цветовая гамма, приведенная в таблице 9.

В соответствии с оценочной шкалой по соотношению долей поверхностей с различным характером покрытия (табл. 10) необходимо установить тип ландшафтного назначения обследуемой территории.

С помощью планиметра (палетки) необходимо измерить площади городских земель различных видов. Полученные результаты с точностью соответственно до сотых долей гектара и десятых долей процента вносятся в таблицу 11.

В заключении работы в свободной письменной форме необходимо дать характеристику обследуемой территории города, ее природноресурсного и природоохранного потенциалов.

Таблица 9

**Виды городских земель по запечатанности в соответствии с их экологическими (средозащитными и средоформирующими) функциями**

| Группа земель | Вид земель                  | Характер покрытия поверхностного слоя                                                      | Выполняемые экологические функции                                                                                                                                                                              | Рекомендуемый тон |
|---------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Запечатанные  | Застроенные                 | «Подожвы» (основания, фундаменты) зданий и сооружений                                      | Практически отсутствуют                                                                                                                                                                                        | Тёмно-серый       |
|               | Замощённые непроницаемые    | Мало проницаемое искусственное покрытие (асфальт, бетон)                                   | Сохранение биопродуктивного потенциала; защитный барьер от загрязнения для подземных вод и материнской породы                                                                                                  | Светло-серый      |
|               | Замощённые проницаемые      | Хорошо проницаемое искусственное покрытие (плиточное, брусчатое, каменистое или щебнистое) | Сохранение биопродуктивного потенциала; сорбция (поглощение и удерживание) загрязняющих веществ; регулирование газового состава атмосферы (функция ослаблена)                                                  | Коричневый        |
| Открытые      | Почво и растительнопокрытые | Почва и почвоподобные тела с произрастающей растительностью (иногда – без неё)             | Обеспечение произрастания растений и основа биопродуктивности; сорбция загрязняющих веществ; защитный барьер от загрязнения для водных объектов и материнской породы; регулирование газового состава атмосферы | Зелёный           |
|               | Нарушенные                  | Грунт (материнская порода)                                                                 | Сохранение биопродуктивного потенциала; сорбция загрязняющих веществ; защитный барьер от загрязнения для водных объектов и материнской породы; регулирование газового состава атмосферы (функции ослаблены)    | Оранжевый         |
|               | Водопокрытые                | Вода                                                                                       | Формирование микроклимата                                                                                                                                                                                      | Синий             |

Таблица 10

**Типы ландшафтного назначения территории**

| Территории по типу ландшафтного назначения | Группа/вид земель, % |            |                         |
|--------------------------------------------|----------------------|------------|-------------------------|
|                                            | Застроенные          | Замощённые | Открытые и водопокрытые |
| Застроенные слабоозеленённые (А)           | 10-100               | 0-90       | 0-30                    |
| Застроенные озеленённые (Б)                | 10-70                | 0-60       | 30-70                   |
| Незастроенные слабоозеленённые (В)         | 0-10                 | 60-100     | 0-30                    |
| Незастроенные озеленённые (Г)              | 0-10                 | 20-70      | 30-70                   |
| Озеленённые (Д)                            | 0-30                 | 0-30       | 70-90                   |
| Природные (Е)                              | 0-10                 | 0-10       | 90-100                  |

Таблица 11

**Соотношение видов городских земель**

| Вид земель                   | Тон          | Площадь, га | Площадь, % |
|------------------------------|--------------|-------------|------------|
| Застроенные                  | Темно-серый  |             |            |
| Замощенные и непроницаемые   | Светло-серый |             |            |
| Замощенные проницаемые       | Коричневый   |             |            |
| Почво- и растительнопокрытые | Зеленый      |             |            |
| Нарушенные                   | Оранжевый    |             |            |
| Водопокрытые                 | Синий        |             |            |
| Итого                        |              |             | 100        |

**Практическое задание 3. Характеристика зеленых насаждений исследуемой территории.**

На местности необходимо изучить породный и количественный состав зеленых насаждений. Отдельно выделяют деревья, подлежащие вырубке. В таблице 12 представлены признаки аварийного дерева. При наличии хотя бы одного признака, дерево заносится в разряд аварийных.

На местности необходимо определить породный состав: отдельно определяются деревья, отдельно – кустарники. Данные заносятся в таблицу

(табл. 13). Зеленые насаждения наносятся на ситуационный план, составленный в ходе практической работы 1.

Таблица 12

**Признаки аварийного дерева**

| <b>Показатель</b>                     | <b>Описание</b>                                                                                                                                |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Сухостой                              | Большое количество сухих веток (веток с листьями, утратившими цвет)                                                                            |
| Трещина                               | Трещина глубиной от 1/3 диаметра, образование двух и более трещин на одной стороне, другие дефекты                                             |
| Малые углы отхождения ветви от ствола | В месте отхождения веток под малым углом наличие трещин и полостей                                                                             |
| Нарушения в структуре дерева          | Разрушение фрагмента ствола, нарушение соотношения частей ствола (толщина здоровой части ствола составляет менее одной шестой диаметра ствола) |
| Некроз                                | Наличие язв и их распространение более чем на половину окружности ствола, соединение язв с другими дефектами дерева                            |
| Нарушения корневой системы деревьев   | Наличие обширной порчи корневых узлов, дерево наклонено к земле в результате воздействия на его корневую систему (движение почвы)              |
| Слабая структура скелета дерева       | Дерево чрезмерно наклонено, большая ветвь непропорциональна остальной части кроны                                                              |

Таблица 13

**Исследование зеленых насаждений на территории**

| <b>№ на плане</b> | <b>Вид</b>      | <b>Количество</b> |
|-------------------|-----------------|-------------------|
| 1                 | Береза повислая |                   |
| 2                 |                 |                   |
| Итого             | деревьев        |                   |
|                   | кустарников     |                   |

Используя средние значения диаметров крон, рассчитывается площадь озелененной территории. Составляется таблица (табл. 14), в которую заносят данные деревьев, массивов кустарников, а также газонного покрытия.

**Площади крон древесных и кустарниковых пород, произрастающих  
на территории**

| <b>Вид</b>                          | <b>Количество</b> | <b>Средний<br/>диаметр кроны,<br/>м</b> | <b>Площадь, м<sup>2</sup></b> |
|-------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|
| Береза повислая                     |                   |                                         |                               |
| Массив                              |                   |                                         |                               |
| Площадь крон деревьев и кустарников |                   |                                         |                               |
| Площадь газонного покрытия          |                   |                                         |                               |
| Общая площадь озеленения            |                   |                                         |                               |

Площадь озелененной территории рассчитывается по формуле 11:

$$S_{оз} = S_{дер+куст} + S_{масс} + S_{газ}, \quad (11)$$

где  $S_{дер+куст}$  – площадь крон деревьев и кустарников (отдельно растущих);

$S_{масс}$  – площадь массива (отдельно растущего);

$S_{газ}$  – площадь газонного покрытия.

Рассчитывается процент озеленения территории по формуле 12:

$$ОЗ = (S_{оз} / S_{общ}) \cdot 100 \%, \quad (12)$$

где  $ОЗ$  – процент озеленения территории;

$S_{оз}$  – площадь озеленения;

$S_{общ}$  – общая площадь исследуемой территории.

**Практическое задание 4. Определение автомобильного трафика и выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от автотранспортных потоков.**

Согласно «Методике определения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от автотранспортных потоков, движущихся по автомагистралям Санкт-Петербурга» (2018) необходимо оценить величину выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортными потоками на улицах г. Нижнего Новгорода.

Для определения выбросов автотранспорта на городских автодорогах и последующего их использования в качестве исходных данных при проведении расчетов загрязнения атмосферы проводится изучение особенностей распределения автотранспортных потоков (их состава и интенсивности) по городу и их изменений во времени (в течение суток, недели и года).

Территориальные различия состава и интенсивности транспортных потоков зависят от площади и поперечных размеров города, количества населения, схемы планировки улично-дорожной сети, особенностей расположения промышленных предприятий, автохозяйств, бензозаправочных станций, станций техобслуживания, терминалов.

На основе изучения схемы улично-дорожной сети города студентам необходимо составить перечень автодорог (и их участков) с различной интенсивностью движения и перекрестков с высокой транспортной нагрузкой.

Выбранные автодороги (или их участки) наносятся на карту-схему города (с учетом масштаба карты). На этой карте фиксируются и перекрестки, на которых предполагается проведение дополнительных обследований.

Для определения характеристик автотранспортных потоков на выбранных участках улично-дорожной сети применяется визуальный метод учета интенсивности движения. Метод основан на визуальном наблюдении и фиксировании количества автотранспортных средств, проходящих по выбранному участку автодороги. Учет интенсивности движения осуществляется с помощью:

- фиксации автотранспортных средств вручную;
- видеофиксации, которая проводится в два этапа: 1) видеофиксацией, позволяющей идентифицировать типы, конструктивные и технические особенности всех транспортных средств, движущихся в потоке; 2) определение интенсивности движения по видеофайлам визуальным методом.

При определении характеристик автотранспортных потоков на выбранных участках улично-дорожной сети проводится учет проходящих автотранспортных средств в обоих направлениях с подразделением по следующим категориям:

- I – легковые;
- II – автофургоны и микроавтобусы до 3,5 т;
- III – грузовые от 3,5 до 12 т;
- IV – грузовые свыше 12 т;
- V – автобусы свыше 3,5 т.

Подсчет проходящих по данному участку автодороги автотранспортных средств проводится в течение 20 минут каждого часа. При высокой интенсивности движения (более 2 – 3 тыс. автомашин в час) подсчет проходящих автотранспортных средств проводится синхронно отдельно по каждому направлению движения (а при недостаточности числа наблюдателей – первые 20 минут – в одном направлении; следующие 20 минут – в противоположном направлении).

При использовании видеофиксации камера устанавливается на штатив в месте наблюдения за участком автодороги. Запись проводится в течение 20 минут 2-3 раза в течение каждого часа.

На каждой автодороге (или ее участке) фиксируются следующие параметры:

- ширина проезжей части (в метрах);
- количество полос движения в каждом направлении;
- протяженность выбранного участка автодороги (в км) с указанием названий улиц, ограничивающих данную автодорогу (или ее участок);
- средняя скорость автотранспортного потока с подразделением на три основные категории: легковые, грузовые и автобусы (в км/час) (определяется

по показаниям спидометра автомобиля, движущегося в автотранспортном потоке).

Для выявления максимальной транспортной нагрузки наблюдения выполняются в часы «пик». Для большинства городских автодорог характерна повышенная интенсивность движения в период с 7 – 8 часов до 21 – 22 часов, при этом нередко отмечается два максимума: утренний и (или) вечерний (соответственно с 7 – 8 часов до 10 – 11 часов и с 16 – 17 часов до 19 – 20 часов).

Натурные обследования состава и интенсивности движущегося автотранспортного потока проводятся не менее 4 – 6 раз в часы «пик» на каждой автодороге в течение 5 – 7 будних дней летнего периода.

Результаты натурных обследований заносятся в таблицу.

Расчеты выбросов выполняются для следующих загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу с отработавшими газами автомобилей: оксид углерода (CO), оксиды азота NO<sub>x</sub> (в пересчете на диоксид азота), углеводороды (CH), сажа, диоксид серы (SO<sub>2</sub>), формальдегид, бенз(а)пирен.

*Выброс  $i$ -го загрязняющего вещества* автотранспортным потоком ( $M$ ) определяется для конкретной автодороги, на всей протяженности которой структура и интенсивность автотранспортных потоков изменяется не более, чем на 15 – 20 %. При изменении структуры и интенсивности автотранспортных потоков на большую величину, автодорога разбивается на участки, которые в дальнейшем рассматриваются как отдельные источники загрязнения атмосферы. Такая автодорога (или ее участок) может иметь несколько нерегулируемых или (и) регулируемых перекрестков. Для автодороги (или ее участка) с повышенной интенсивностью движения (более 2500 – 3000 авт./час) целесообразно дополнительно учитывать выброс от автотранспорта в районе перекрестков. В районе перекрестка автомобилями выбрасывается значительное количество загрязняющих веществ за счет принудительного торможения, остановки перед запрещающим сигналом светофора и последующего движения в режиме «разгона» по разрешающему сигналу светофора. Это обуславливает необходимость выделять на выбранной автодороге участки перед светофором, на которых образуется очередь из автомобилей, двигатели которых работают в режиме «холостого хода» в течение времени действия запрещающего сигнала светофора.

Таким образом, для автодороги (или ее участка) при наличии на ней регулируемого перекрестка суммарный выброс  $M$  рассчитывается по формуле 13 :

$$M = \sum(M_{П1} + M_{П2}) + \sum(M_{Л3} + M_{Л4}) + \sum(M_{П3} + M_{П4}) + \sum(M_{Л1} + M_{Л2}), \quad (13)$$

где  $M_{П1}$ ,  $M_{П2}$ ,  $M_{П3}$ ,  $M_{П4}$  – выброс в атмосферу автомобилями, находящимися в зоне перекрестка при запрещающем сигнале светофора;

$M_{Л1}$ ,  $M_{Л2}$ ,  $M_{Л3}$ ,  $M_{Л4}$  – выброс в атмосферу автомобилями, движущимися по данной автодороге в рассматриваемый период времени;

$n$  и  $m$  – числа остановок автотранспортного потока перед перекрестком, соответственно, на одной и другой автодорогах, его образующих за 20-минутный интервал времени;

$n_1$  и  $m_1$  – числа периодов движения автотранспортного потока в районе перекрестка при разрешающем сигнале светофора за 20-минутный интервал времени;

индексы 1 и 2 соответствуют каждому из 2-х направлений движения на автодороге с большей интенсивностью движения, а 3 и 4 – соответственно для автодороги с меньшей интенсивностью движения. I

*Выброс  $i$ -того загрязняющего вещества (г/с) движущимся автотранспортным потоком* на автодороге (или ее участке) фиксированной протяженности  $L$  (км) определяется по формуле 14:

$$M_{Li} = \frac{L}{1200} \sum M_{k,i}^L \cdot G_k \cdot r_{V_{k,i}} [\text{г/с}], \quad (14)$$

где  $\sum M_{k,i}^L$ , г/км – удельный пробеговый выброс  $i$ -го вредного вещества автомобилями  $k$ -й категории, определяемый по таблице 15;

$x$  – количество категорий автомобилей;

$G_k$ , 1/час – фактическая наибольшая интенсивность движения автомобилей  $k$ -той категории, проходящих через фиксированное сечение автодороги (или ее участка) в обоих направлениях по всем полосам движения (за 20 минут наблюдения);

$r_{V_{k,i}}$  – поправочный коэффициент, учитывающий среднюю скорость движения транспортного потока ( $V_{k,i}$ , км/час) на выбранной автодороге (или ее участке), определяемый по таблице 16;

$L$ , км – протяженность автодороги (или ее участка) на перегоне между перекрестками, на которых проводятся дополнительные обследования.

Рассчитанные значения выбросов по каждому из загрязняющих веществ, необходимо занести в рабочую таблицу. В заключении работы в свободной письменной форме необходимо дать характеристику автомобильного трафика обследуемой территории города.

Таблица 15

**Удельные пробеговые выбросы загрязняющих веществ  $M_{k,i}^L$ , г/км  
для различных категорий автомобилей**

| Наименование<br>категории<br>автомобилей   | Номер категории | Выбросы, г/км |                                                         |      |                     |                     |                     |                      |
|--------------------------------------------|-----------------|---------------|---------------------------------------------------------|------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
|                                            |                 | CO            | NO <sub>x</sub> (в<br>пересчете на<br>NO <sub>2</sub> ) | CH   | Сажа                | SO <sub>2</sub>     | Формальдегид        | Бенз(а)пирен         |
| легковые                                   | I               | 0,8           | 0,3                                                     | 0,24 | $0,5 \cdot 10^{-2}$ | $0,6 \cdot 10^{-2}$ | $1,4 \cdot 10^{-3}$ | $0,16 \cdot 10^{-6}$ |
| автофургоны и<br>микроавтобусы<br>до 3,5 т | II              | 4,2           | 1,6                                                     | 0,63 | $3,4 \cdot 10^{-2}$ | $1,3 \cdot 10^{-2}$ | $2,3 \cdot 10^{-3}$ | $0,18 \cdot 10^{-6}$ |
| грузовые от 3,5<br>до 12 т                 | III             | 4,8           | 5,8                                                     | 1,4  | 0,34                | $2,4 \cdot 10^{-2}$ | $0,6 \cdot 10^{-2}$ | $0,54 \cdot 10^{-6}$ |
| грузовые<br>свыше 12 т                     | IV              | 5,1           | 6,8                                                     | 1,8  | 0,40                | $3,5 \cdot 10^{-2}$ | $0,7 \cdot 10^{-2}$ | $0,66 \cdot 10^{-6}$ |
| автобусы<br>свыше 3,5 т                    | V               | 3,6           | 4,3                                                     | 0,4  | 0,14                | $2,0 \cdot 10^{-2}$ | $0,2 \cdot 10^{-2}$ | $0,18 \cdot 10^{-6}$ |

Таблица 16

**Значения коэффициентов  $r_{vk,1}$ , учитывающих изменения количества  
выбрасываемых вредных веществ в зависимости от средней скорости  
движения**

| V                                | Скорость движения V, км/ч |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                  | 5                         | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   | 50   | 60   | 70   | 80   | 100  | 110  | 120  |
| $r_{vk,1}$                       | 1,4                       | 1,35 | 1,30 | 1,20 | 1,10 | 1,00 | 0,90 | 0,75 | 0,65 | 0,50 | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,65 | 0,75 | 0,95 |
| $r_{vk,1}$<br>(NO <sub>x</sub> ) | 1,0                       | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,2  | 1,5  |

**Практическое задание 5. Исчисление размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды в результате несанкционированного размещения на землях отходов производства и потребления.**

Под несанкционированным размещением на городских землях отходов производства и потребления (захламлением земель) понимается накопление (складирование) коммунально-бытовых отходов, отходов производственной деятельности предприятий и транспорта, строительных материалов, оборудования в непредусмотренных для этих целей местах без соответствующих разрешительных документов. Захламление относится к техногенным негативным процессам, влияющим на многие аспекты состояния городских земель в результате ухудшения возможностей освоения последних. Несанкционированное размещение отходов является грубым нарушением норм земельного законодательства. В основу исчисления размера вреда от

захламления земель отходами положена прямая зависимость между количеством размещенных отходов с различными свойствами и размером вреда в стоимостной форме. В качестве базовой величины при исчислении вреда используются таксы, зависящие от класса опасности размещенных отходов. В качестве корректирующих приняты коэффициенты, учитывающие особенности правового положения захламленного земельного участка.

Исчисление в стоимостной форме размера вреда в результате несанкционированного размещения отходов производства и потребления осуществляется по формуле 15:

$$УЩ_{отх} = \sum_{i=0}^n (M_i T_{отхi}) K_{исх}, \quad (15)$$

где  $УЩ_{отх}$  – размер вреда (руб.);

$M_i$  – масса отходов с одинаковым классом опасности (тонны);

$n$  – количество видов отходов, сгруппированных по классам опасности в пределах одного участка, на котором выявлено несанкционированное размещение отходов производства и потребления;

$T_{отхi}$  – такса для исчисления размера вреда, причинённого почвам как объекту окружающей среды, при деградации почв в результате несанкционированного размещения отходов производства и потребления (руб./т) (табл. 17);

$K_{исх}$  – показатель в зависимости от категории земель и целевого назначения, на которой расположен загрязненный участок (табл. 18).

Таблица 17

**Таксы ( $T_{отх}$ ) для исчисления размера вреда, причинённого почвам как объекту окружающей среды, в результате несанкционированного размещения отходов производства и потребления**

| Класс опасности $i$ -го вида отхода* | 1      | 2      | 3      | 4     | 5     |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|
| $T_{отх}$ , руб./т                   | 35 000 | 30 000 | 20 000 | 5 000 | 4 000 |

\*Класс опасности определяется в соответствии с Приказом Росприроднадзора от 22.05.2017 № 242 «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов».

При несанкционированном размещении твердых коммунальных отходов класс опасности принимается равным 4.

Исходные данные выдаются преподавателем, необходимые для расчётов сведения выбираются из табл. 17 – 18. Результатом выполнения задания является расчет платы за причинение вреда (с точностью до руб.) и разработанные студентом мероприятия по ликвидации последствий захламления земель на примере своего варианта работы.

**Значения показателя в зависимости от категории земель и их целевого назначения ( $K_{исх}$ )**

| <b>Категория земель и их целевое назначение</b>                                                                                                                                                        | <b>Значение <math>K_{исх}</math></b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Земли особо охраняемых территорий и объектов                                                                                                                                                           | 2,0                                  |
| Мохово-лишайниковые оленьи и лугово-разнотравные горные пастбища в составе земель всех категорий                                                                                                       | 1,9                                  |
| Водоохранные зоны в составе земель всех категорий                                                                                                                                                      | 1,8                                  |
| Сельскохозяйственные угодья в составе земель сельскохозяйственного назначения                                                                                                                          | 1,6                                  |
| Земли лесного фонда и земли иных категорий, на которых располагаются леса                                                                                                                              | 1,5                                  |
| Земли населённых пунктов (за исключением земельных участков, отнесенным к территориальным зонам производственного, специального назначения, инженерных и транспортных инфраструктур, военных объектов) | 1,3                                  |
| Земли остальных категорий и видов целевого назначения                                                                                                                                                  | 1,0                                  |

***Практическое задание 6. Исчисление размера вреда, причиненного почвам как объекту окружающей среды в результате загрязнения земель химическими веществами.***

В основу исчисления размера вреда от загрязнения земель химическими веществами положена прямая зависимость между количественными показателями загрязнения земель и размером вреда в стоимостной форме. В качестве базовой величины при исчислении вреда выбраны таксы, зависящие от ландшафтно-географических условий. В качестве корректировочных приняты коэффициенты, учитывающие степень и глубину загрязнения, а также особенности правового положения загрязненного земельного участка.

Исчисление в стоимостной форме размера вреда при загрязнении почв осуществляется по формуле 16:

$$УЩ_{загр} = СЗ \cdot S \cdot K_{г} \cdot K_{исх} \cdot T_x, \quad (16)$$

где  $УЩ_{загр}$  – размер вреда (руб.);

$СЗ$  – степень загрязнения;

$S$  – площадь загрязненного участка,  $м^2$ ;

$K_{г}$  – показатель в зависимости от глубины загрязнения;

$K_{исх}$  – показатель в зависимости от категории земель и целевого назначения, на которой расположен загрязненный участок;

$T_x$  – такса для исчисления размера вреда, причинённого почвам как объекту окружающей среды в результате загрязнения, руб./ $м^2$  (табл. 19).

Величина степени загрязнения  $CЗ$  зависит от соотношения  $C$  фактического содержания  $i$ -го загрязняющего вещества в почве ( $x_i$ , мг/кг) к нормативу качества окружающей среды для почв ( $x_{ni}$ , мг/кг) (табл. 20, 21).

Таблица 19

**Таксы ( $T_x$ ) для исчисления размера вреда, причинённого почвам как объекту окружающей среды в результате загрязнения**

| Приуроченность участка к лесорастительным зонам | $T_x$ , руб./м <sup>2</sup> |
|-------------------------------------------------|-----------------------------|
| Зона притундровых лесов и редкостойной тайги    | 900                         |
| Таежная зона                                    | 500                         |
| Зона хвойно-широколиственных лесов              | 400                         |
| Лесостепная зона                                | 500                         |
| Степная зона                                    | 600                         |
| Зона полупустынь и пустынь                      | 550                         |
| Зона горного Северного Кавказа                  | 700                         |
| Южно-Сибирская горная зона                      | 700                         |

\*Перечень лесорастительных зон и лесных районов РФ утвержден приказом Минприроды России от 18.08.2014 №367

Таблица 20

**Нормативы качества окружающей среды для почв  
(предельно допустимые концентрации химических веществ в почве)**

| Химический элемент | $x_n$ – допустимое валовое содержание, мг/кг |
|--------------------|----------------------------------------------|
| Цинк               | 220                                          |
| Кадмий             | 2,0                                          |
| Свинец             | 32                                           |
| Ртуть              | 2,1                                          |
| Медь               | 132                                          |
| Никель             | 80                                           |
| Мышьяк             | 2,0                                          |

Таблица 21

**Оценочная шкала для оценки степени загрязнения ( $CЗ$ ) от величины  $C$**

| $C$               | $CЗ$ |
|-------------------|------|
| < 5               | 1,5  |
| от 5 до 10        | 2,0  |
| от более 10 до 20 | 3,0  |
| от более 20 до 30 | 4,0  |
| от более 30 до 50 | 5,0  |
| > 50              | 6,0  |

Соотношение  $C$  рассчитывается по формуле 17:

$$C = \sum_{i=0}^n \left( \frac{x_i}{x_{ni}} \right) \quad (17)$$

В случае, если для конкретного загрязняющего вещества  $x_i/x_{ni} \leq 1$ , то данное отношение не включается в формулу расчета соотношения  $C$  фактического содержания  $i$ -го загрязняющего вещества в почве к нормативу качества окружающей среды для почв вследствие отсутствия превышения норматива качества окружающей среды для почв по данному загрязняющему веществу.

Показатель в зависимости от глубины загрязнения ( $K_r$ ) рассчитывается в соответствии с фактической глубиной загрязнения (табл. 22).

Таблица 22

**Коэффициенты, учитывающие глубину загрязнения земель химическими веществами**

| Глубина<br>загрязнения, м | $K_r$ | Глубина<br>загрязнения, м | $K_r$ |
|---------------------------|-------|---------------------------|-------|
| 0 – 0,2                   | 1,0   | 0 – 1,5                   | 1,7   |
| 0 – 0,5                   | 1,3   | глубже 1,5                | 2,0   |
| 0 – 1,0                   | 1,5   | –                         |       |

Показатель в зависимости от категории земель и целевого назначения  $K_{исх}$  определяется по табл. 18. Исходные данные выдаются преподавателем, базовые величины и корректировочные коэффициенты выбираются из табл. 18 – 22.

Результатом выполнения задания является расчет платы за причинение вреда (с точностью до руб.) и разработанные студентом мероприятия по ликвидации последствий химического загрязнения земель на примере своего варианта работы.

**Практическое задание 7. Оценка шумовой нагрузки на открытой территории и в помещении.**

Оценку шумовой нагрузки проводят согласно ГОСТ 23337-2014 «Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий». Измерение уровней звука проводят интегрирующими-усредняющими шумомерами 1-го или 2-го класса по ГОСТ Р 53188.1-2019. Студент должен составить карту-схему, на которой необходимо выделить определенные территории в рамках квартала, где будут проводиться измерения. Измерение проводят:

– на территории, непосредственно прилегающей к жилым домам, зданиям больниц, санаториев, поликлиник, амбулаторий, диспансеров, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских дошкольных учреждений, школ и других учебных заведений, библиотек, гостиниц и общежитий не менее чем в трех точках, расположенных на расстоянии 2 м от ограждающих

конструкций зданий на высоте  $(1,2\pm0,1)$  м ÷  $(1,5\pm0,1)$  м над уровнем поверхности территории;

- при наличии многоэтажной застройки измерительные точки следует выбирать также на уровне последнего этажа здания в 2 м от его наружных ограждений, а в необходимых случаях и на уровне других этажей;

- на границе санитарно-защитной зоны промышленного предприятия или на границе территории промышленного предприятия с территорией жилой застройки – не менее чем в четырех точках, расположенных вне звуковой тени на расстоянии не более 50 м друг от друга и на высоте  $(1,2\pm0,1)$  м ÷  $(1,5\pm0,1)$  м над уровнем поверхности территории.

При проведении измерений с целью последующего составления карты шума данной территории микрофон следует располагать на высоте  $(4,0\pm0,5)$  м в зоне многоэтажной застройки и на высоте  $(1,5\pm0,1)$  м в зоне одноэтажной застройки или в зонах отдыха.

Измерение шума в помещениях жилых и общественных зданий площадью до 20 м включительно следует проводить в одной измерительной точке.

В помещениях площадью более 20 м (в частности, классы, аудитории и т.п.) необходимо проводить измерение шума не менее чем в трех точках, распределенных по всему помещению, но не ближе 1 м от стен и не ближе 1,5 м от окон помещения на высоте  $(1,2\pm0,1)$  м ÷  $(1,5\pm0,1)$  м над уровнем пола.

При проведении измерений уровней шума предпочтительно закреплять измерительный микрофон или шумомер с микрофоном на штативе, установленном в точке измерения. При этом главная ось измерительного микрофона должна быть направлена в сторону основного источника шума. В том случае, если невозможно определить основной источник шума, измерительный микрофон должен быть ориентирован своей лицевой частью (мембраной) вверх перпендикулярно поверхности территории на местности или пола в помещении.

Во время проведения измерения шума оператор, проводящий измерение, должен находиться от измерительного микрофона на расстоянии не менее 0,5 м для уменьшения нежелательных отражений звука. Между измерительным микрофоном и источником шума не должны находиться какие-либо лица или размещаться посторонние (особенно крупногабаритные) предметы.

Измерения шума проводятся отдельно для дневного (с 7.00 до 23.00 ч.) и для ночного (с 23.00 до 7.00 ч.) периодов суток при условии действия основных источников шума в соответствующий период. Если режим работы источника шума не меняется в течение суток, то допускается проведение измерений только в дневное время при условии распространения полученных результатов и на ночное время.

Во время проведения измерения шума в рабочую тетрадь должна быть зафиксирована вся необходимая информация об источнике шума, о месте, времени и условиях измерения, о применявшейся аппаратуре и о полученных результатах измерений.

## ГЛОССАРИЙ

**Агроэкосистема, аграрная экосистема, агробиоценоз** (от греч. *agros* – поле, *oikos* – дом и *systema* – целое, составленное из частей) – вторичная, трансформированная человеком искусственная сельскохозяйственная система, созданная для получения чистой продукции автотрофов и гетеротрофов (например, сельскохозяйственные поля, животноводческие фермы, искусственные водоемы).

**Антропогенная сукцессия** – смена биоценозов внезапная или замедленная, вызванная воздействием человеческой деятельности.

**Антропоцентризм** – тип общественного сознания, основывающийся на представлениях о «человеческой исключительности», противопоставлении человека природе.

**Биологическая продуктивность (биопродуктивность)** – способность экосистемы на основе использования вещества и энергии к воспроизводству органического вещества.

**Биомагнификация** – концентрирование вещества в экосистеме или пищевой цепи, возрастающее на высших (по сравнению с низшими) трофических уровнях.

**Биофилы** – химические элементы, способные аккумулироваться в живых организмах в гораздо большем количестве, чем в окружающей среде. Повышенное накопление биофилов в организме приводит к возникновению токсикозов или даже к гибели организма.

**Вертикальное озеленение** – использование фасадных поверхностей зданий и сооружений, включая балконы, лоджии, галереи, подпорные стенки, для размещения на них стационарных и мобильных зеленых насаждений.

**Ветроэнергетика** – один из наиболее развитых и перспективных вариантов нетрадиционной энергетики, при котором используется экологически чистый и неисчерпаемый источник энергии – ветер.

**Вид индифферентный (вид убиквист)** – вид, способный с равным успехом существовать в различных сообществах.

**Вид предпочитающий (тихоценный)** – вид, живущий в нескольких сообществах, но предпочитающий одно из них.

**Вид чуждый (вид ксенопенный)** – случайно попавший в данное сообщество вид.

**Вид характерный (вид энценный)** – вид, свойственный исключительно данному биоценозу или наиболее обильно в нем представленный.

**Викарирующие виды** (от лат *vicarius* – замещающий) – замещающие виды, близкие виды растений или животных, занимающие различные ареалы (**географический викариат**) или же встречающиеся в пределах одного ареала, но в разных экологических условиях (**экологический викариат**).

**Выветривание** химическое – процесс химического изменения городских пород и почвенных минералов под воздействием атмосферных агентов,

грунтовых и поверхностных вод, жизнедеятельности организмов и продуктов их разложения.

**Газоны** – искусственные многолетние травяные сообщества, создаваемые в населенных пунктах.

**Газочувствительность растений** – способность проявления у растений патологических реакций в ответ на воздействие газообразных загрязняющих веществ.

**Гелиоэнергетика** – получение электрической или тепловой энергии за счет солнечной энергии. Различают два основных варианта Г.: физический и биологический. При физическом варианте Г. энергия аккумулируется солнечными коллекторами, солнечными элементами на полупроводниках или концентрируется системой зеркал. При биологическом варианте Г. используется солнечная энергия, накопленная в процессе фотосинтеза в органическом веществе растений (обычно в древесине).

**Гемеробия** [от греч. *hemeros* – ручной, культивируемый и *bios* – жизнь] – результат суммарного воздействия человека на экосистему. Степень гемеробии экосистемы может быть оценена по площади (в %), лишенной растительного покрова.

**Генезис ландшафта** [от греч. *genesis* – рождение, возникновение, происхождение] – совокупность процессов, в том числе антропогенных, обусловивших возникновение, эволюцию и современное состояние ландшафта.

**Генеральный план** города, поселка, сельского населенного пункта – документ, определяющий основные направления использования земель для промышленного, жилищного и иного строительства, благоустройства и размещения мест отдыха населения.

**Генотоксичность почвы** – способность загрязненной почвы влиять на структурно-функциональное состояние генетического аппарата почвенной биоты, включая микроорганизмы, растительность и почвенную фауну.

**Геоэкология** – наука о пространственно-временных закономерностях взаимодействия сообществ с окружающей средой.

**Гидроэнергетика** – получение электрической энергии за счет энергии движения воды.

**Градостроительная экология** – наука, изучающая и исследующая взаимодействие между живыми организмами и окружающей среды на урбанизированной территории.

**Деградация земель** – ухудшение качества земель в результате негативного воздействия хозяйственной и (или) иной деятельности, природных и (или) антропогенных факторов.

**Деградация экосистемы** – устойчивое ухудшение свойств экосистемы в результате воздействия природных и антропогенных факторов.

**Демографическая емкость территории** – максимальное количество жителей, которые могут проживать на определенной территории при условии обеспечения потребностей населения и сохранения экологического равновесия.

**Денитрификация** – процесс восстановления микроорганизмами нитритов и нитратов до газообразных соединений азота.

**Жесткость воды** – свойство воды, обусловленное присутствием в ней солей кальция и магния.

**Загрязнение окружающей среды** – процесс обратимого и/или необратимого изменения биогеохимических циклов различных элементов в слагающих окружающую среду экосистемах.

**Загрязняющее вещество (также поллютант)** – любое химическое вещество или соединение, которое находится в объекте окружающей природной среды в количествах, превышающих фоновые значения и вызывающие тем самым химическое загрязнение.

**Захоронение отходов** – изоляция отходов, не подлежащих дальнейшей утилизации, в специальных хранилищах в целях предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду.

**Картографирование** – совокупность процессов, методов и технологий создания карт, атласов и других картографических произведений. По масштабу различают крупно-, средне- и мелкомасштабное картографирование; по объекту – астрономическое, планетное и земное картографирование; по методу – наземное, аэрокосмическое и подводное картографирование.

**Кислотность (природных вод, почвы)** – способность водных растворов, почв проявлять свойства кислот, определяющаяся концентрацией (активностью) ионов водорода в водном растворе или водной фазе почв; характеризуется величиной водородного показателя (рН).

**Кларк химического элемента** – числовая оценка среднего содержания химического элемента в литосфере, почве, гидросфере, атмосфере на Земле в целом или отдельных территориях.

**Консервация земель** – мероприятия по уменьшению степени деградации земель, предотвращению их дальнейшей деградации и (или) негативного воздействия нарушенных земель на окружающую среду, осуществляемые при прекращении использования нарушенных земель;

**Коэффициент биологического поглощения** – отношение содержания элемента в живых организмах к его содержанию в окружающей среде (кларку).

**Коэффициент биогеохимического круговорота** – отношение содержания элемента в растительном опаде к его содержанию в верхнем 2-5 – сантиметровом слое почвы.

**Критическая нагрузка** – максимальное поступление поллютантов, которое не сопровождается необратимыми изменениями в биогеохимической структуре, биоразнообразии и продуктивности экосистем в течение длительного времени.

**Ксенобиотики** – любые чуждые для организма вещества, способные вызвать нарушение биологических процессов.

**Ландшафтное планирование** – система деятельности, предусматривающая основные направления и способы использования природно-территориальных комплексов (ландшафтов) при условии сохранения

или улучшения средоформирующих и ресурсосберегающих способностей ландшафта.

**Лимитирующие факторы** – факторы, имеющие наибольшее значение для организмов (и экосистем в целом), ограничивающие их развитие, распространение и численность.

**Методы экологической компенсации** – комплекс мероприятий по охране окружающей среды, основанный на локальном и территориальном методах, направленных на стабилизацию и компенсацию негативных воздействий на окружающую среду.

**Нагрузка на ландшафт** – мера антропогенного (техногенного) воздействия на ландшафт.

**Озелененная территория** – участок территории населённого пункта, занятый преимущественно искусственно созданными садово-парковыми комплексами и объектами (парк, сад, сквер, роща, бульвар), а также территории жилых, общественно-деловых и других территориальных зон, не менее 70 % поверхности которых занято зелёными насаждениями и другим растительным покровом.

**Опад** – органические остатки в экосистеме, отмершие или отделившиеся от надземных или подземных частей растений.

**Отходы потребления** – изделия и материалы, утратившие свои потребительские свойства в результате физического или морального износа. К отходам потребления относятся и твердые бытовые отходы, образующиеся в результате жизнедеятельности людей.

**Отходы производства** – остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образовавшиеся при производстве продукции или выполнении работ и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства; вновь образующиеся в процессе производства попутные вещества, не находящие применения.

**Пестициды** – вещества (или смесь веществ) химического либо биологического происхождения, предназначенные для уничтожения вредных насекомых, грызунов, сорняков, возбудителей болезней растений и животных, а также используемые в качестве дефолианта, десиканта и регулятора роста.

**Пешеходные зоны** – участки территории населенного пункта, на которых осуществляется движение населения в прогулочных, культурно-бытовых целях и в целях транзитного передвижения и которые обладают определенными характеристиками: наличие остановок скоростного внеуличного и наземного общественного транспорта, высокая концентрация объектов обслуживания, памятников истории и культуры, рекреаций, высокая суммарная плотность пешеходных потоков.

**Плодородие почвы** – особое свойство почвы, обусловленное наличием и постоянным поступлением органических веществ за счет отмирающих корней растений, опадающей листвы, мертвых животных и продуктов жизнедеятельности различных организмов.

**Рекреационная емкость территории** – количество отдыхающих, которые без существенного ущерба для природы могут находиться на определенной территории.

**Рекреационная нагрузка** – степень непосредственного влияния отдыхающих людей и их транспортных средств на объекты, отнесенные к рекреационным ресурсам. Р.н. выражается числом людей или человеко-дней на единицу площади или рекреационный объект и сопоставляется с рекреационной емкостью объекта.

**Рекреационный потенциал** – способность территории обеспечивать определенное количество отдыхающих психофизиологическим комфортом и возможностью для отдыха (спортивно-укрепляющей деятельности) без деградации природной среды. Выражается числом людей или человеко-дней на единицу площади.

**Рекультивация земель** – мероприятия по предотвращению деградации земель и (или) восстановлению их плодородия посредством приведения земель в состояние, пригодное для их использования в соответствии с целевым назначением и разрешенным использованием, в том числе путем устранения последствий загрязнения почвы, восстановления плодородного слоя почвы и создания защитных лесных насаждений.

**Риск экологический** – вероятность деградации окружающей среды или перехода ее в неустойчивое состояние вследствие загрязнения.

**Санитарно-защитная зона** – озелененная территория специального назначения, отделяющая селитебную часть города от промышленного предприятия, размеры и организация которой зависят от характера и степени вредного влияния промышленности на окружающую среду.

**Синантропные организмы** – животные (не одомашненные), растения и микроорганизмы, образ жизни которых связан с человеком и его жильем.

**Смог** – загрязнение городской атмосферы в виде аэрозольной пелены, дымки, тумана, образующихся в результате интенсивного поступления в атмосферу загрязняющих вещества. Ледяной смог (Аляскинского типа) – сочетание газообразных загрязнителей, пылевых частиц и кристаллов льда, возникающих при замерзании капель тумана и пара отопительных систем. Влажный смог (Лондонского типа) – сочетание газообразных загрязнителей (в основном сернистого ангидрида), пылевых частиц и капель тумана. Фотохимический смог (Лос-Анджелеского типа, сухой) – загрязнение воздуха газовыми и аэрозольными примесями при химических реакциях оксидов азота с углеводородами, протекающих под действием солнечного излучения.

**Территориальные методы экологической компенсации** – урбоэкологическое зонирование территории, позволяющее наиболее полно использовать потенциал территории, избежать неоправданных расходов на очистку стоков, выбросов, определить содержание и конфигурацию природного каркаса.

**Техногеосистема** – совокупность элементов земной коры и антропогенных элементов (постройки, транспортные системы,

рекультивируемые участки и др.), находящихся в отношениях и связях между собой и образующих определенную целостность, единство.

**Трансграничное загрязнение** – загрязнение окружающей среды, охватывающее территорию нескольких государств или целые континенты и формирующееся за счет трансграничного переноса загрязняющих веществ.

**Тяжелые металлы** – химические элементы-металлы с атомным (порядковым) номером в периодической системе элементов более 20 или с массой более 56 у.е.

**Управление экологическим риском** – процесс принятия решений, в котором учитывается оценка экологического риска, а также социально-экономические, информационные и технологические возможности его проявления.

**Урбацидоз** – сообщество организмов, сложившееся на территории города.

**Утилизация отходов** – использование отходов для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг, включая повторное применение отходов, в том числе повторное применение отходов по прямому назначению (рециклинг), их возврат в производственный цикл после соответствующей подготовки (регенерация), извлечение полезных компонентов для их повторного применения (рекуперация), а также использование твердых коммунальных отходов в качестве возобновляемого источника энергии (вторичных энергетических ресурсов) после извлечения из них полезных компонентов на объектах обработки.

**Фактор абиотический** – физико-химические и географические условия среды.

**Фактор антропогенный** – изменения среды, вызванные человеком или результатом его деятельности.

**Фактор биотический** – воздействие на организм особей того же или других видов.

**Эвтрофикация** – повышение уровня первичной продукции наземных и водных экосистем благодаря увеличению в них концентрации биофильных элементов.

**Хранение отходов** – складирование отходов в специализированных объектах сроком более чем одиннадцать месяцев в целях утилизации, обезвреживания, захоронения;

**Экологический риск** – вероятность резких изменений и нарушений в окружающей среде и возникающих в связи с этим негативных социально-экономических и иных последствий в обществе.

**Экологическое картографирование** – раздел тематического картографирования, связанный с комплексным картографированием параметров, определяющих состояние окружающей среды.

**Экологическое нормирование** – процесс разработки регламентов антропогенного воздействия на окружающую среду, соблюдение которых гарантирует сохранность ландшафтов и не ведет к ухудшению условий проживания и состояния здоровья населения.

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

*Выберите один или несколько правильных ответов.*

**1. Когда и где появились первые города?**

- а) 5 тыс. лет назад в Европе;
- б) 4 тыс. лет назад в Китае;
- в) 3 тыс. лет назад в Месопотамии.

**2. Древние города за небольшим исключением отличались:**

- а) скученностью населения, низким уровнем благоустройства;
- б) высоким уровнем благоустройства;
- в) средним уровнем благоустройства;
- г) комфортными условиями для проживания.

**3. Почему города древнего мира становились не только социальными, но и экологическими паразитами:**

- а) уменьшалось давление на природу окружавшую города;
- б) вследствие высокой интенсификации земледелия и животноводства;
- в) мозаичные ландшафты в пригородах уступили место монокультурам, происходила эрозия почв;
- г) вследствие низкой интенсификации растениеводства, животноводства.

**4. Какая наука изучает формирование и эволюцию человеческих поселений?**

- а) эстетика;
- б) эклектика;
- в) этика;
- г) экистика.

**5. Возникновение и постоянное увеличение площади и численности населения городов – это...:**

- а) экологизация;
- б) индустриализация;
- в) урбанизация;
- г) урбоэкологизация.

**6. В каких городах наиболее выражено реализуется экологический подход?**

- а) мегалополисах;
- б) городах-садах;
- в) экополисах;
- г) городах-портах.

**7. Городская экосистема отличается от естественной тем, что:**

- а) в городах плотность популяций всех ее обитателей ниже, чем в пригородах;
- б) в городах лучше развит почвенный покров;
- в) в городах богаче видовой состав животного мира, чем в пригородах;
- г) городская природная среда обеднена видами живых организмов, однако плотность некоторых из них выше, чем в пригородах.

**8. Какие типы агломераций существуют?**

- а) экополисы;
- б) конурбации;
- в) мегалополисы;
- г) урбанополисы.

**9. Ложной урбанизацией называется:**

- а) процесс переселения из деревень и посёлков в малые города;
- б) процесс переселения из малых городов в большие;
- в) процесс переселения из сельской местности в городские трущобы.

**10. Что составляет основу функциональных узлов и транспортных коммуникаций города?**

- а) планировочный каркас;
- б) планировочная структура;
- в) градообразующие факторы.

**11. Среда, непосредственно взаимодействующая с конкретными урбанистическими структурами на данной территории носит название:**

- а) окружающая среда;
- б) урбанизированная среда;
- в) природная среда;
- г) информационная среда;
- д) техносфера.

**12. Экологический норматив, обозначающий предельную концентрацию вещества в воде, почве, атмосфере или продуктах питания, при которой оно не может нанести вред здоровью человека:**

- а) ПДК (предельно допустимая концентрация);
- б) ПДВ (предельно допустимый выброс);
- в) ПДД (предельно допустимая доза);
- г) ПДС (предельно допустимый сброс).

**13. Совокупность технических и других антропогенных сооружений и устройств на Земле, искусственная материальная оболочка жизнедеятельности человеческого общества:**

- а) техносфера;
- б) педосфера;
- в) ноосфера;
- г) урбаносфера.

**14. Состояние экосистемы, при котором сохраняются постоянными биологическое разнообразие (состав биоты) и круговороты элементов питания:**

- а) экологическое прогнозирование;
- б) экологическая деградация;
- в) экологическая сукцессия;
- г) экологическое равновесие;
- д) техносфера.

**15. Территория, засаженная лесом и отделяющая предприятия, загрязняющие атмосферу, от жилой части населенного пункта:**

- а) санитарно-защитная зона;
- б) промышленная зона;
- в) жилая зона;
- г) рекреационная зона.

**16. Главными материальными элементами расселения являются ...:**

- а) человеческие поселения, т.е. города, поселки, сельские населенные пункты, соединенные между собой в пределах определенных территорий различными функциональными связями;
- б) синантропные виды растений и животных;
- в) строительные комплексы (жилищный, промышленный и др.);
- г) функциональные зоны города.

**17. Новые типы искусственных экосистем, формируемые человеком:**

- а) агроэкосистемы;
- б) городские экосистемы;
- в) садово-парковые ансамбли;
- г) морские огороды бурых водорослей, фермы устриц.

**18. Многогранный глобальный социально-экономический процесс, связанный с резко усилившимися в эпоху НТР развитием и концентрацией производительных сил и форм социального общения с распространением городского образа жизни на всю сеть населенных мест:**

- а) агломерация;
- б) урбанизация;
- в) мегаполис;
- г) экуменополис.

**19. К какой группе мероприятий по снижению загрязнения воздуха автотранспортом относится организация многоуровневых развязок, под(над)земных пешеходных переходов, выделение скоростных дорог и полос движения общественного транспорта, озеленение вдоль дорог?**

- а) технологические;
- б) санитарно-технические;
- в) планировочно-градостроительные.

**20. Наиболее распространенной примесью в городской атмосфере является:**

- а) метан;
- б) угарный газ;
- в) сернистый газ.

**21. Лучевые загрязнения способствуют развитию следующей группы заболеваний:**

- а) сердечно-сосудистых;
- б) дыхательных;
- в) онкологических.

**22. Крупные промышленные центры отличаются от своих пригородов в климатическом отношении и по погодным условиям тем, что:**

- а) летних осадков выпадает меньше, чем в пригородах;
- б) температура летом выше, чем в пригородах;
- в) температура зимой ниже, чем в пригородах;
- г) в течение года солнечных дней над городом больше, чем в пригородах.

**23. Центр крупного промышленного города отличается следующими особенностями:**

- а) увеличивается солнечная радиация и количество туманных дней;
- б) уменьшается солнечная радиация и увеличивается количество туманных дней;
- в) солнечная радиация не меняется, но уменьшается количество туманных дней;
- г) солнечная радиация увеличивается, но уменьшается количество туманных дней.

**24. «Острова тепла» образуются ... и характеризуют изменения ....:**

- а) в промышленной зоне / температуры почвы;
- б) в селитебной зоне / скорости переноса теплых воздушных масс;
- в) в городах / температуры воздуха.

**25. Городской шум становится опасным и более болезненным для людей при следующих параметрах:**

- а) 25 дБ;
- б) 40-50 дБ;
- в) 110-120 дБ;
- г) 150 дБ.

**26. Рекреационные системы городской среды - это:**

- а) потенциальные системы возможной застройки пустующей территории;
- б) рудеральные системы города;
- в) системы, связанные с местами приема пищи (рестораны, кафе и т.д.);
- г) системы территориальной организации отдыха.

**27 Растения в городах из-за применения в осенне-зимний период большого количества соли (для защиты жителей от травматизма) страдают от:**

- а) избытка воды, растворяющей соль;
- б) водного голодания, вызванного гипертоническим раствором солей в почве;
- в) перегрева почвы (соль как антифриз);
- г) холода, вызванного переохлаждением почвы.

**28. Важнейшей и основной причиной летнего листопада в городах является высокое содержание в воздухе:**

- а) метана;
- б) угарного газа;
- в) свинца;
- г) хлора и фтора.

**29. Какой вид загрязнения связан с повышением температуры среды под влиянием антропогенных факторов?**

- а) электромагнитное;
- б) радиоактивное;
- в) тепловое;
- г) химическое.

**30. Виновниками аллергических реакций, бронхиальной астмы, ринита, конъюнктивита, дерматозов могут быть обитатели квартир:**

- а) вши, тараканы;
- б) блохи и муравьи;
- в) пылевые клещи;
- г) мучные жучки и кожееды.

**31. Чем обусловлен интенсивный рост городов?**

- а) интенсивным ростом населения мира;
- б) ростом городского населения;
- в) желанием человека жить в комфортных условиях;
- г) упадком сельского хозяйства.

**32. Основными факторами образования Лос-Анджелесского смога являются....:**

- а) низкая температура, повышенное содержание сернистого ангидрида и окиси углерода;
- б) низкая температура и малое количество солнечной радиации;
- в) двуокись азота, повышенная солнечная радиация;
- г) пыль.

**33. Значительное влияние на микроклимат оказывают:**

- а) ландшафт;
- б) рельеф;
- в) влажность;
- г) температура.

**34. Восходящие токи над городом в тихую погоду вызывают:**

- а) приток прохладного воздуха;
- б) снижение УФ-излучения;
- в) уменьшение скорости ветра;
- г) уменьшение инсоляции.

**35. Для уменьшения шумового загрязнения применяются:**

- а) зеленые насаждения;
- б) выносятся за город автострады (строятся объездные дороги);
- в) запрещаются полеты самолетов над городом на высоте менее 11 км;
- г) в конструкции современного автомобиля предусматривается понижение уровня шумового загрязнения.

**36. Туманная завеса над промышленными предприятиями и городами, образованная из газообразных отходов, в первую очередь диоксида серы:**

- а) смог;
- б) смерч;

- в) туман;
- г) облачность.

**37. Городские агломерации оказывают влияние на окружающую среду в радиусе:**

- а) в 50 раз больше, чем их собственный радиус;
- б) в 40 раз больше, чем их собственный радиус;
- в) в 30 раз больше, чем их собственный радиус;
- г) в 20 раз больше, чем их собственный радиус.

**38. Комплексная система наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния биосферы:**

- а) природоохранная деятельность;
- б) стандартизация;
- в) экологический мониторинг;
- г) экологическое нормирование;
- д) экологическая безопасность.

**39. Предпочтительным для проживания с точки зрения экологических требований считают дом, построенный с использованием:**

- а) бетона;
- б) песчано-гравийных материалов;
- в) гранита;
- г) дерева;
- д) кирпича.

**40. В жилом доме концентрация радона выше:**

- а) на втором этаже;
- б) на первом этаже;
- в) на десятом этаже;
- г) концентрация радона не зависит от высоты.

**41. Основной первопричиной глобального опустынивания является:**

- а) сокращение площади лесов;
- б) изменение климата;
- в) уменьшение количества осадков;
- г) уменьшение количества воды на Земле;
- д) урбанизация.

**42. Совокупность предприятий, учреждений и организаций, объединенных по территориальным и технологическим признакам:**

- а) экологическая инфраструктура;
- б) промышленный комплекс;
- в) природно-ресурсный потенциал;
- г) производственный комплекс.

**43. Заключение общественной экологической экспертизы:**

- а) предусматривает штрафные санкции;
- б) необязательно к исполнению;
- в) носит запретный характер;
- г) носит рекомендательный характер.

**44. В состав ООПТ не входят категории:**

- а) заповедники; национальные, природные и дендрологические парки;
- б) заказники; памятники природы; ботанические сады;
- в) садово-огороднические и дачные участки;
- г) лечебно-оздоровительные местности и курорты.

**45. К функциям природоохранных объектов не относится:**

- а) резервационная функция;
- б) регуляционная функция;
- в) восстановительная функция;
- г) законодательная функция.

**46. Неблагоприятными с точки зрения экологии для постройки городов являются местности:**

- а) с замкнутыми котловинами;
- б) не защищенные от ветра;
- в) долины с большими суточными колебаниями температур;
- г) приближенные к лесным массивам и холмам.

**47. При наличии реки, протекающей через город, промышленное предприятие следует размещать относительно заселенных районов:**

- а) на противоположном берегу в черте города с учетом розы ветров;
- б) выше по течению;
- в) ниже по течению;
- г) в любом удобном месте.

**48. Для улучшения экологической обстановки жилых помещений воздух периодически рекомендуется:**

- а) насыщать положительными ионами;
- б) насыщать отрицательными ионами;
- в) насыщать положительными и отрицательными ионами;
- г) дезактивировать.

**49. Животные (не одомашненные), растения и микроорганизмы, образ жизни которых связан с человеком и его жильем:**

- а) синклиты;
- б) синантропы;
- в) селадоны.

**50. Экологически обусловленная патология отражает ... зависимость от состояния окружающей среды:**

- а) высокую;
- б) среднюю;
- в) умеренную.

**Ответы к тестовым заданиям:**

1.в; 2.а; 3.б; 4.г; 5.в; 6.в; 7.г; 8.б, в; 9. в; 10. б; 11.в; 12. а; 13. а; 14. г; 15. а; 16. а; 17. а; 18. б; 19. в; 20. б; 21. в; 22. б; 23. б; 24. в; 25. в; 26. г; 27. б; 28. в; 29. в; 30. в; 31. б; 32. в; 33. в, г; 34. а; 35. а, б, в, г; 36. а; 37. а; 38. в; 39. г; 40. б; 41. а; 42. г; 43. г; 44. в; 45. г; 46 а; 47 в; 48 б; 49 б; 50 в.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная литература

Александров А.А., Титов Е.В., Девисилов В.А. Урбоэкология. – М.: МГТУ им. Н.Э Баумана, 2021. – 393 с.

Битюкова, В.Р. Социально-экологические проблемы развития городов России – М.: Едиториал УРСС, 2019. – 452 с.

Денисов В. В., Кулакова Е. С., Гутенев В. В., Денисова И.А. Экология города. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2015. – 568 с.

Исхаков Ф.Ф., Кулагин А.А., Зайцев Г.А. Урбоэкология: учебное пособие. – Уфа: Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, 2015. – 223 с.

Мананков А.В. Урбоэкология и техносфера: учебник и практикум для академического бакалавриата – Москва: Юрайт, 2019. – 494 с.

Сазонов Э. В. Экология городской среды. – М.: Юрайт, 2019. — 275 с.

### Дополнительная литература

Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития: монография / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, И.В. Май и др. – М.: Пермь: Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 738 с.

Битюкова В.Р. Социально-экологические проблемы развития городов России. – М.: URSS, 2019. – 456 с.

Большаков В.Н., Черноусова Н.Ф., Толкачев О.Б. и др. Экология города. Млекопитающие. – Екатеринбург: Раритет, 2006 – 104 с.

Вершинин В.Л. Экология города. – Екатеринбург: Уральский университет, 2015. – 89 с.

Владимиров В.В. Расселение и экология. – М.: Стройиздат, 1996. – 392 с.

Владимиров В.В. Урбоэкология: конспект лекций – М.: МНЭПУ, 1999. – 203 с.

Горанова О.А., Атрощенко Л.А., Быкова М.В. Комплексное благоустройство городских территорий Москвы. Внешнее благоустройство: учебное пособие. – Москва: МГУУ Правительства Москвы, 2017. – 200 с.

Глазычев В. Л. Социально-экологическая интерпретация городской среды. – М.: Наука, 1984. – 180 с.

Глазычев В. Л., Егоров М. М., Ильина Т. В. и др. Городская среда. Технология развития. – М.: Ладья, 1995. – 240 с.

Ильина И.Н. Экономика городского хозяйства. – М.: КноРус, 2017. – 246 с.

Иоффе А.О., Гаврилова О.И. Практическая работа по урбоэкологии: учебное пособие для студентов – Петрозаводск: ПетрГУ, 2015. – 20 с.

Казаков Н.А., Еремеева С.С. География транспорта и транспортная логистика: учебное пособие. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2019. –160 с.

Кононович, Ю. В. Экология городской среды: учебное пособие. – М.: МГСУ, ЭБС АСВ, 2013. – 81 с.

Корендясева Е.В. Экологические аспекты управления городом: учебное пособие. – М.: МГУУ Правительства Москвы, 2017. – 140 с.

Косицына Э.С. Экология городской среды: учебное пособие. – Волгоград: ВолгГАСУ, 2007. – 84 с.

Кузнецов О.Л., Большаков Б. Е. Устойчивое развитие: Научные основы проектирования в системе природа-общество-человек: учебник. – Санкт-Петербург – Москва-Дубна, 2001. – 616 с.

Лаппо Г.М. География городов. – М.: ВЛАДОС, 1997. – 480 с.

Лёш А. Географическое размещение хозяйства. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1959. – 455 с.

Макаров В.З., Новаковский Б.А., Чумаченко А.Н. Эколого-географическое картографирование городов. – М.: Научный мир, 2002. – 196 с.

Маслов Н.В. Городская экология. – М.: Высшая школа, 2002. – 284 с.

Мягков М.С. Губернский Ю. Д., Конова Л. И., Лицкевич В. К. Город, архитектура, человек и климат. – М.: «Архитектура-С», 2007. – 344 с.

Негробов О.П., Жуков Д.М., Фирсова Н.В. Экологические основы оптимизации и управления городской средой. Экология города. – Воронеж: Воронежский госуниверситет, 2000. – 272 с.

Обедков А. П. Эволюция городского расселения и процессы урбанизации на Российском Севере. – Сыктывкар: ООО «Центр оперативной полиграфии», 2019. – 220 с.

Одум Ю. Экология: В 2-х т. – М.: Мир, 1986. Т. 1. – 328 с.; Т. 2. – 376 с.

Перцик Е.Н. Районная планировка (территориальное планирование). М.: Гардарики, 2006. – 398 с.

Сазонов Э.В. Экология городской среды: учебное пособие. – М.: Юрайт, 2019. – 275 с.

Сизов А.П. Мониторинг и охрана городских земель: учебное пособие. – М.: Изд-во МИИГАиК, 2009. – 264 с.

Сизов А.П., Мишкина А.С. Мониторинг и охрана городской среды: Методические указания. – М.: МИИГАиК, 2016. – 51 с.

Смирнов И. П. Средние города Центральной России. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2019. – 165 с.

Стольберг В.Ф. Экология города: Учебник. – К.: Либра, 2000. – 464 с.

Тетиор А.Н. Городская экология. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 338 с.

Тетиор А.Н. Экологическая инфраструктура. – М.: МГУП, 2002. – 426 с.

Хомич В. А. Экология городской среды: учебное пособие. – М.: АСВ, 2006. – 240 с.

Экология города: учебное пособие / Под ред. проф. В. В. Денисова. – М.: ИКЦ «МарТ» Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2008, – 832 с.

Экология города / под ред. Н.С. Касимова, А.С. Курбатовой, В.Н. Башкина. – М.: Научный мир, 2004. – 624 с.

Яницкий О.Н. Экология города. – М.: Наука, 1989. – 240 с.

Christaller W. Die zentralen Orte in Süddeutschland. – Jena: Gustav Fischer, 1933. – 230 p.

Gluch R., Quattrochi D.A., Luvall J.C. A multi-scale approach to urban thermal analysis // Remote Sensing of Environment, 2006, №104. – p. 123-132.

King L.J. (1985). Central Place Theory. Reprint. Edited by Grant Ian Thrall. WVU Research Repository, 2020. – 73 p.

Voogt J.A., Oke T.R. Thermal remote sensing of urban climates // Remote Sensing of Environment, 2003, №86. – p. 370 – 384.

Weng Q. Thermal infrared remote sensing for urban climate and environmental studies: Methods, applications, and trends // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2009, №64. – p. 335 – 344.

Weng Q., Lu D., Schubring J. Estimation of land surface temperature&ndash;vegetation abundance relationship for urban heat island studies // Remote Sensing of Environment, 2004, №89. – p.467 – 483.

### **Нормативная документация**

ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».

ГОСТ 23337-2014 «Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий».

ГОСТ Р 53188.1-2019 «Государственная система обеспечения единства измерений. Шумомеры».

Методика определения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от автотранспортных потоков, движущихся по автомагистралям Санкт-Петербурга. – СПб, 2018. – 46 с.

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий».

СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности».

СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения».

СП 51.13330.2011 «Защита от шума».

СП 54.13330.2016 «Здания жилые многоквартирные».

СП 59.13330.2020 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения».

Наталья Ивановна **Зазнобина**  
ЭКОЛОГИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

*Учебное пособие*

Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского  
603950, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23

Подписано в печать  
Формат 60×84 1/16

Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура Таймс.

|              |                |
|--------------|----------------|
| Усл. печ. л. | Уч.-изд.л.     |
| Заказ №      | Тираж 300 экз. |

Отпечатано в типографии Нижегородского  
госуниверситета им. Н.И. Лобачевского  
603000, г. Нижний Новгород, ул. Большая Покровская, 37