

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Н.В. ПРОХОРОВА, Ю.В. МАКАРОВА, Н.В. ВЛАСОВА

УРБООКОЛОГИЯ

Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» в качестве учебного пособия по основным образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 06.03.01, 06.04.01 Биология, программе подготовки научно-педагогических кадров 06.06.01 Биологические науки

САМАРА
Издательство Самарского университета
2022

УДК 577.4(075)

ББК 20.1я7

П844

Рецензенты: д-р биол. наук, проф. А. Н. И н ю ш к и н,
д-р с.-х. наук, проф. Н. М. Т р о ц

Прохорова Наталья Владимировна

П844 **Урбоэкология: учебное пособие / Н.В. Прохорова, Ю.В. Макарова, Н.В. Власова.** – Самара: Издательство Самарского университета, 2022. – 140 с.

ISBN 978-5-7883-1830-1

В пособии рассмотрены основные понятия науки урбоэкологии; охарактеризована экосистема городов, проанализированы динамика и тенденции изменения окружающей среды в городах. На примере г. Самары дан анализ городской флоры и фауны. Особое внимание уделено проблемам загрязнения городской среды и способам ее оздоровления, экологическому мониторингу урбосреды, охарактеризованы проблемы устойчивого развития городов.

Предназначено для студентов высших учебных заведений, аспирантов, обучающихся по специальностям биологического и экологического профиля, преподавателям экологических дисциплин.

УДК 577.4(075)

ББК 20.1я7

ISBN 978-5-7883-1830-1

© Самарский университет, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Урбоэкология как наука	7
1.1. Урбоэкология: определение понятий	7
1.2. Научные основы урбоэкологии	10
2. Урбанизация и формирование городской среды	14
2.1. Урбанизация	14
2.2. Город – определение понятия	17
2.3. Типизация урбанизированных территорий. Представление о классификациях городских ландшафтов.	20
2.4. Формы организации городского пространства и его функциональное зонирование	24
2.5. Город как специфическая экосистема	30
2.6. Город как искусственная среда обитания	41
2.7. Концепция Экополиса	46
3. Геологическая среда урбоэкосистем	52
4. Водная среда урбоэкосистем	56
5. Атмосфера урбоэкосистем	60
6. Климат урбоэкосистем	62
7. Городские почвы	68
8. Растения и животные в урбоэкосистемах	75
8.1. Растительность и флора городов	75
8.2. Фитомелиоративная роль растений в городе	89
8.3. Животные в городе	97
9. Источники загрязнения и основные загрязнители городской среды	108
10. Понятие устойчивого развития города	119
Список используемой и рекомендуемой литературы	124

ВВЕДЕНИЕ

Основная особенность современной цивилизации – это рост численности городского населения, лавинообразное увеличение доли крупных промышленных городов, возникновение острых экологических проблем, напрямую связанных с урбанизацией. Под урбанизацией понимают создание городов, постоянное увеличение их площади и численности населения, приобретение сельскими поселениями городских черт, повышение роли городов в социально-экономическом развитии общества, формирование специфического городского населения и особых сообществ растений и животных [106].

Если в 1950 году только 30% населения мира проживало в городских районах, то к 2019 году 55% населения Земли (4 миллиарда человек) представляли жители городов. По прогнозам ООН, к 2050 году 68% населения мира (7 миллиардов человек) будут проживать в городских районах [121]. Городской ландшафт является наиболее энергоемкой системой. Это единственный ландшафт, который для своего существования требует непрерывного притока энергии и вещества из природных экосистем, по существу представляя собой огромный поглотитель, который требует постоянного снабжения природными ресурсами из внешней среды.

Кроме социально-экономических проблем, урбанизация сопровождается ростом экологической напряженности в городах и биосфере в целом. Изучением этих процессов призвано заниматься одно из наиболее молодых направлений экологии – урбоэкология, которая стала обязательной дисциплиной для подготовки специалистов-биологов и экологов.

Урбоэкология в последние десятилетия приобрела особую важность, поскольку урбанизация выступает в качестве доминирующего во всем мире демографического тренда, который в пол-

ной мере оказывает влияние на человеческое общество, глобальный поток энергии, биогеохимические циклы и трансформацию поверхности Земли.

Одно из распространенных определений характеризует урбоэкологию как интегративную междисциплинарную экологическую дисциплину, направленную на изучение урбо-доминирующих экосистем, включая города, пригородные зоны, примыкающие к городам сельские поселения, связанные с городами транспортными сетями и вовлеченными в перераспределение потоков вещества и энергии между городским ядром и пригородами [121].

Данное учебное пособие предназначено для подготовки магистров-экологов на биологическом факультете Самарского университета, но оно может представлять интерес для студентов, аспирантов, обучающихся по специальностям биологического и экологического профиля, преподавателей различных экологических дисциплин других высших учебных заведений.

Пособие состоит из 10 разделов, в первом из которых рассматривается понятийный аппарат, предметная область урбоэкологии и ее научные основы. Далее дается анализ процессам урбанизации, подчеркивается сложность формирования единого понятия «город», раскрываются типизация урбанизированных территорий, подходы к классификации городских ландшафтов, понятие городского пространства, а также города как искусственной среды обитания и специфической экосистемы. Несколько разделов учебного пособия (с 3 по 8) посвящены анализу основных компонентов урбоэкосистемы: геологической среды, атмосферы, гидросферы, почвенного покрова, растительного и животного мира, а также рассматриваются особенности климата в городах. Особый интерес для региональной экологии и урбоэкологии может представлять раздел 8, в котором на примере г. Самары достаточно подробно с привлечением соответствующих научных публикаций

анализируются особенности городской флоры и фауны. Раздел 9 посвящен проблеме техногенного загрязнения городской среды. В разделе 10 раскрывается понятие устойчивого развития городов в современную эпоху.

Авторы выражают огромную благодарность доктору биологических наук, профессору Людмиле Михайловне Кавеленовой за помощь в поиске и подготовке материалов из иностранных источников.

1. УРБОЭКОЛОГИЯ КАК НАУКА

1.1. Урбоэкология: определение понятий

Неотъемлемой чертой современной человеческой цивилизации является активный натиск городов и других населенных мест на окружающую среду. Этот процесс проявляется в увеличении количества крупных городов и численности городского населения, в росте их экономической базы, расширении городских застроенных территорий, увеличении числа автомобилей, средств общественного транспорта, развитии сферы потребления, лавинообразном увеличении количества бытовых и промышленных отходов [14, 65, 71, 106].

Изучением многообразия и взаимовлияния этих процессов занимается особая наука, одна из наиболее молодых отраслей экологии – *урбоэкология*.

Урбоэкология (urbos – древнегреч. город, oikos – дом, logos – наука) – научная дисциплина, изучающая особенности взаимодействия городов и их отдельных систем с окружающей природной средой. Эта дисциплина формируется на стыке многих областей знания, наиболее важными из них являются экология, геология, биология, география и градостроительство. В этом плане урбоэкология может считаться составной частью прикладной экологии [43].

Урбоэкология зародилась и начала активно развиваться как научное направление в 1970-х годах, когда к традиционно проводившимся узким исследованиям стали добавляться комплексные, многоаспектные исследовательские проекты с участием специалистов различного профиля. Здесь следует упомянуть [118]: экосистемные исследования потоков питательных веществ и материалов в различных городах мира, разработку концепции своеобразия растительности в городской экосистеме, оценку роли деревьев в городской среде, анализ разнообразия условий в городской среде

обитания, картирование растительности и биотопов, оценку исторических изменений флоры и растительности в крупных городах.

Важно отметить, что истоки урбоэкологии принадлежали к различным частным дисциплинам [121, 122, 126, 129], но ее развитие как целостного направления в конечном итоге привело к интегративным подходам раскрытия сущности городов как объединенных социо-эколого-экономических систем, для понимания принципов функционирования которых требуются междисциплинарные аспекты [109, 124]. Одним из пионеров городской экологии является немецкий эколог Герберт Зуккоп, работавший с 1959 года в Техническом университете Берлина. Ему принадлежит ведущая роль в создании Берлинской школы урбоэкологии, которая неизменно упоминается во многих учебниках по урбоэкологии [117], а также во многих концептуальных работах [124].

Целью урбоэкологии является поиск путей и разработка решений в рамках градостроительства и организации территории, направленных на обеспечение приемлемых гигиенических условий жизни населения и всемерную организацию природопользования, охрану окружающей среды и экологизацию важнейших социально-экономических процессов в пределах регионов, урбоагломераций, отдельных городов и их частей [14].

В качестве основной *цели* урбоэкологии выступает разработка стратегии достижения экологического равновесия между городом и природой, искусственной и естественной средой планеты [89]. Для достижения экологического равновесия в урбосреде должны выполняться следующие условия [23]:

- воспроизводство основных компонентов природной среды, обеспечивающих их баланс в межрайонных потоках вещества и энергии;
- соответствие геохимической активности ландшафтов (в том числе наличие условий для достаточно высоких темпов миграции

продуктов техногенеза) масштабам производственных и коммунально-бытовых загрязнений окружающей среды;

- соответствие биохимической активности экосистемы уровню антропогенных загрязнений (в том числе наличие условий для биологической переработки органических и нейтрализации вредных воздействий неорганических загрязнений);

- соответствие уровня физической устойчивости ландшафтов силе воздействия транспортных, инженерных, рекреационных и других антропогенных нагрузок;

- баланс биомассы в ненарушенных и слабонарушенных антропогенной деятельностью участках экосистемы района расселения.

Главной экологической *задачей* в сфере урбоэкологии предлагается считать создание специфических биогеоценозов, т.е. ландшафтов, которые в условиях прогрессирующей урбанизации обладали бы повышенной устойчивостью к воздействию на них человека. Предполагается научиться конструировать и развивать достаточно сложные, высокопродуктивные и потому устойчивые к физическим и химическим нагрузкам биогеоценозы, обеспечивать разнообразие и мозаичность ландшафта, умело подбирать видовой и возрастной состав растительности в разных функциональных зонах города [23].

Среди *задач*, решаемых урбоэкологией в данном аспекте, называются также следующие:

- улучшение микроклимата городской среды архитектурными и озеленительными средствами;

- охрана основных компонентов природной среды города: атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почвенно-растительного покрова и животного мира;

- сохранение особо ценных природных ландшафтов в пределах города и пригородных зон.

Предметом урбоэкологии являются процессы 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 [14, 31].

Объекты урбоэкологии – это системы расселения разного ранга, городские агломерации, города, сельские населенные пункты, городские районы и кварталы вплоть до отдельных их частей [14, 31].

1.2. Научные основы урбоэкологии

Методологические основы урбоэкологии. Урбоэкология развивается как часть прикладной экологии и градостроительной науки, поэтому она во многом основана на их методологии. Для методологии градостроительства характерны несколько научных подходов, из которых наиболее существенны для урбоэкологии следующие [14, 31].

Территориально-градостроительный подход. Определяется особенностью мероприятий по охране окружающей природной среды, намеченных в научных и проектных работах по градостроительству. Эти мероприятия образуют определенную систему, пространственные границы и характер функционирования которой обусловлены конкретной территорией, особенностями и структурой ее планировочной организации.

Территория выступает в данном случае как интегрирующая категория и от того, насколько рационально она организована и используется, зависит не только гармоничное развитие и размещение производства, социальной сферы, но и действенность природоохранных мероприятий. В свою очередь территориально сбалансированное природопользование – одна из важнейших предпосылок рациональной планировки и застройки городов и их систем.

Комплексный подход. При исследовании и проектировании градостроительных структур очень важно стремиться к достижению наибольшей полноты и комплексности как по горизонтали (охват возможно большего числа представленных на данной территории отраслей хозяйства), так и по вертикали (стремление наиболее полно и всесторонне рассматривать эти вопросы). Это важно для всех направлений: аналитических, конструкторских, антропогенной и природоохранной составляющих данной территории, что позволяет сделать наиболее сбалансированные и долгосрочные проектные решения.

Системный подход. Идея системного подхода – рассмотрения того или иного явления как сложного целого, состоящего из совокупности взаимосвязанных элементов – используется и в урбоэкологии, также являющейся системной дисциплиной. Главное ее содержание состоит в том, чтобы на основе анализа и синтеза взаимосвязей природных, социально-экономических и технических составляющих территории создать интегрированную модель района (города) и в конкретных условиях наметить систему мероприятий для ее реализации.

Биоэкономический подход. Большие масштабы хозяйственной деятельности в городах наносят природной среде огромный ущерб, но существуют и интенсивные обратные связи. Угнетение и деградация природы оборачивается для экономики, социальной сферы, общества в целом колоссальными потерями. Чем выше уровень загрязнения окружающей среды, тем больше соответствующие затраты на их предотвращение. Дальнейший рост этих затрат в конце концов может сделать убыточным любое производство. Необходим поиск оптимальных воздействий на природу с экономической точки зрения.

Необходимо по-новому подходить к вопросам рационального природопользования на урбанизированных территориях, доста-

точно надежно учитывать потенциальные возможности экосистем. Следует использовать биоэкономический подход, предполагающий рассмотрение на равных как антропогенной, так и природной составляющей городов и их систем. Такой подход в рамках урбоэкологии способен обеспечить достижение совокупной эффективности планировочных мероприятий, направленных как на рациональную организацию производства в городе, так и на сохранение и обогащение его природной среды.

Экологические основы урбоэкологии. Из обширного свода законов, закономерностей, правил общей экологии урбоэкология использует лишь те, которые необходимо учитывать при рассмотрении особенностей взаимодействия урбанизированной и природной среды. Интерес для урбоэкологии представляют понятия о конкуренции видов, трофических цепях, энергетических пирамидах, продуктивности экосистем, экологических нишах и др. [79].

В очень обобщенном виде эти понятия, принципы и закономерности можно сформулировать как ряд следующих положений, существенных для урбоэкологии [31, 43]:

- правило 10%, устанавливающее, что в трофических цепях каскадный перенос энергии на следующий, более высокий уровень, не должен превышать 10% энергии исходного уровня; превышение этой доли свидетельствует о начале деградации экосистемы;

- правило 1%, устанавливающее, что изменение энергетики экосистемы в пределах от нескольких десятых процента до 3% выводит систему из состояния гомеостаза;

- важное значение в экологии имеют малые величины, поскольку даже незначительные изменения в единичном и частном могут оказать существенное влияние на поведение экосистемы в целом;

- существенное значение имеют любые вмешательства в природу, т.е. наличие эффекта обратных связей (в вещественно за-

мкнутой системе биосферы вмешательства, связанные с получением определенных экономических выгод, всегда сопровождаются обратными реакциями со стороны природной среды);

- необходимость учета воздействия соседних экосистем, которым во многом объясняется резистентность биосферы;

- важность эффекта привыкания (нарушенные антропогенной деятельностью и успешно самовосстанавливающиеся крупные природные комплексы более устойчивы к антропогенным нагрузкам, чем девственная природа);

- значимость эффекта опушки (разнообразие растительного и животного мира в пограничных зонах биогеоценозов и, следовательно, природная среда в пределах стыковых зон обладает большей устойчивостью и пластичностью).

Научный фундамент урбэкологии составляют экологические основы устойчивого развития урбанизированных территорий и сокращения размеров экологического следа, территориально-планировочные, инженерно-геологические, географические, биологические, гигиенические, инженерно-технические и эстетические основы [43].

Для урбэкологии особое значение имеют прикладные аспекты синэкологии (взаимоотношения популяций и сообществ между собой и со средой обитания), рассматриваемые на биогеоценологическом уровне. Главный экологический принцип в условиях неизбежного прогрессирующего антропогенного изменения природной среды, обоснованный академиком С.С. Шварцем, состоит в том, что биогеоценозы и другие экосистемы в индустриальном и урбанизированном мире не могут быть сохранены в естественном состоянии (кроме ООПТ – заповедников, заказников, национальных парков и др.). Однако нет никаких объективных причин для их неизбежной деградации и утраты ими биосферных функций [11, 103].

Приведенные выше положения, а также территориальные принципы сохранения динамического экологического равновесия, сформулированные Н.Ф. Реймерсом, открывают новые горизонты в экологической оптимизации особо сложных территорий – городских агломераций, пригородных зон, сильно переуплотненных прибрежных курортных районов и т.д. Они же подтверждают важность урбоэкологии как науки [31].

Вопросы для самоконтроля:

1. Что изучает наука урбоэкология?
2. Охарактеризуйте экологические основы урбоэкологии.

2. УРБАНИЗАЦИЯ И ФОРМИРОВАНИЕ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

2.1. Урбанизация

Урбанизация – это исторический процесс повышения роли городов и городского образа жизни в развитии общества, связанный с пространственной концентрацией деятельности в сравнительно немногочисленных городах и ареалах преимущественного социально-экономического развития (урбанизированных районах). Она обусловлена глубокими структурными сдвигами в экономике и социальной сфере и связана обычно со сосредоточением населения в крупных городах [1, 42, 44].

Существует двойственное понимание процесса урбанизации [44]:

- 1) в узком смысле – рост городов, особенно больших, увеличение доли городского населения;
- 2) в широком понимании – это исторический процесс повышения роли городов и городского образа жизни в развитии общества.

В ходе урбанизации происходит последовательное и многостороннее усложнение городов как своеобразных социально-

экономических организмов и градостроительных систем. Возрастает роль и значение больших городов, из их среды выделяются крупнейшие города, далее города-миллионеры и многомиллионные города. Города не просто увеличиваются в размерах, но приобретают более высокий уровень своей организации – функциональной и планировочной; меняется их место в территориальной организации общества [67].

Урбанизация – процесс пространственный. Он происходит, развивается, меняет темпы и направления под сильным воздействием территориально дифференцированных факторов. Город – объект, для возникновения и формирования которого важнейшее значение имеет географическое или экономико-географическое положение. О географической выраженности урбанизации говорят характерные особенности картины городского расселения: в Австралии – по периметру континента, в Канаде – концентрация вдоль урбанизационной оси, в Бразилии мощный Атлантический фронт расселения и др. [67].

Социологи определяют урбанизацию как всемирно-исторический процесс развития, концентрации, интенсификации общения, интеграции все более разнообразных форм практической жизнедеятельности. Последовательное усложнение форм расселения, выражая общие глобальные черты и свойства урбанизации, связано с закономерно сменяющимися друг друга стадиями. Каждая стадия выделяется присущими ей особенностями территориальной концентрации [67].

XXI век справедливо может быть назван веком урбанизации. В 1900 году в городах мира проживало 14% всего населения, насчитывалось 12 городов-«миллионеров». К началу XXI века доля городского населения выросла до 45%, возникло 2,4 тысячи больших городов и более 200 городов-«миллионеров» [64].

Число и доля городских жителей будут продолжать расти быстрыми темпами. Ожидается, что к 2030 году в городах будут проживать 4,9 млрд. человек, а число сельских жителей во всем мире в период 2005-2030 годов существенно сократится. Если говорить о ситуации в глобальном масштабе, то в будущем весь прирост населения будет происходить за счет больших и малых городов [55]. История урбанизации по А.Н. Тетиору [87] представлена в табл. 2.1.

Таблица 2.1 – История урбанизации (эволюции поселений) [87]

Вид поселения	Характеристика поселения (его примеры)	Время возникновения
Поселок	Поселение на 50–100 человек (множество поселений в долине Нила)	Десятки тысяч лет назад
Малый город	Город с населением в несколько тысяч человек (город Эриду в Шумере – древней стране на юге современного Ирака)	Около 4000 г. до н. э.
Город	Город с населением до 50 тысяч человек, площадью 5–8 км ² (города в Шумере)	Около 3500 г. до н. э.
Крупный город	Город с населением свыше 1 млн. человек (Рим)	44-10 гг. до н. э.
Мегаполис	Город с населением свыше 10 млн. человек и площадью до нескольких тысяч квадратных километров (Нью-Йорк, Мехико)	XX в.
Агломерация	Система населенных пунктов, соединившихся вокруг мегаполисов (Бомбей, Буэнос-Айрес, Карачи)	Конец XX в.
Урбанизированный ареал	Объединение крупных агломераций, в которые входят смыкающиеся окраинами крупные и мелкие города (около 500 городов от Бостона до Вашингтона, в которых проживает 20 % населения США)	Конец XX в.
Урбанизированная страна	Страна с полностью исчезнувшими естественными ландшафтами, которые заменены культурными (Англия, небольшие страны Западной Европы)	XX-XXI вв.
Урбанизированная планета	Вытеснение природы, исчезновение биоразнообразия	Маловероятное событие при движении к устойчивым городам

Длительное время термин «урбанизация» означал, прежде всего, рост численности городского населения и значения городов. Современная трактовка урбанизации не может абстрагироваться от природной и экологической ситуации. Города и их природная среда образуют определенную целостность. Взаимосвязь урбанизации и состояния окружающей природной среды обусловлена рядом факторов в сложной системе социально-экономического развития и взаимодействия общества и природы. Крупные и крупнейшие центры стали средоточием большинства глобальных проблем человечества.

Именно они оказывают наиболее масштабное воздействие на состояние окружающей среды на обширных пространствах [68].

Биосферная концепция мирового развития исходит из гипотезы о существовании порога устойчивости биосферы, после достижения которого система разрушается, а самоорганизация и биологическая регуляция в ней становятся проблематичными. По такому раскладу, биосфера сохраняет устойчивость пока потребление продукции биоты человечеством не превышает 1 % (доминирующая часть – 99 % расходуется на стабилизацию). Экологи полагают, что этот рубикон был пройден еще в начале XX века, а теперь потребляется уже 6-8 % продукции биоты. Отсюда, экологизация городов и городской среды – это уже изрядно запоздалая реакция общества, ее нужно активизировать всемерно, так как она позволит сохранить человека в биосфере [49].

2.2. Город – определение понятия

Город – сложная система, характеризующаяся многообразными внутренними и внешними связями естественного, технического, социального происхождения. Его можно представить в виде двух динамично взаимодействующих подсистем – природной и

антропогенной, которые, в свою очередь, подразделяются на ряд взаимодействующих подсистем. Природная подсистема состоит из геосистемы, гидросистемы, аэросистемы и биосистемы. Антропогенная подсистема складывается из производственной, градостроительной и инфраструктурной подсистем [14].

На сегодняшний день в системе знаний отсутствует четкое и единое определение города как особого социально-экономического, политического и исторического явления [25].

Разные авторы дают городу разные определения [12]:

- грандиозное по времени существования или занимаемой площади объединение людей и строений, отличающихся особого рода деятельностью;

- сообщество людей, ведущих своеобразный образ жизни;

- централизованное поселение, большинство работающего населения которого занято несельскохозяйственной деятельностью;

- форма расселения и территориальной организации хозяйства.

В научной литературе можно обнаружить и другие определения города. Авторы подчеркивают качественное своеобразие городской деятельности (интенсивная, разнообразная, концентрированная, интегрированная, дифференцированная и пр.); отмечают важность городского образа жизни; указывают, что город – наиболее крупная из искусственно созданных сред обитания, отмечая благоустройство и развитие инфраструктуры как важнейшие критерии, на основании которых можно отличить деревню от города. Специалисты, как правило, выбирают то определение города, которое наиболее правильно отражает специфику их конкретного исследовательского или практического интереса [12].

Е.Н. Заборова [25] дает несколько предложений к возможному определению дефиниции «город», но подчеркивает их дискуссионный характер.

1. В качестве базового принципа при определении поселения как городского следует взять признаки крупного или большого города. Малый город – это микромодель большого города. В малом городе как в микромодели должны прослеживаться основные признаки крупного города.

2. Числовой критерий важен для определения города. Если учесть, что численность некоторых учреждений (например, вузов) может достигать десятки тысяч, возможно, следует установить границы малого города в пределах 30-50 тысяч жителей.

3. Числовой критерий важен для определения города, но не столько сам по себе, сколько как фактор, обеспечивающий выполнение многообразных функций города и опосредующий его фундаментальные черты. Так, например, важный признак крупного города – анонимность и формализация общения, который невозможно соблюсти при численности жителей в 300 человек.

4. При выборе базовых функций города следует использовать идею цивилизационной изменчивости городов и классифицировать их на подгруппы (доиндустриальные – индустриальные – города информационной периода). Это позволит выстроить динамичную модель современных городов планеты. Кроме того, важно понимание циклов развития города, периодов спада, зстоя, кризиса, подъема.

5. Наиболее сложным представляется вопрос о масштабе, «доле», «степени» проявления той или иной функции в конкретном поселении. Представляется, что для решения этой задачи за основу можно взять концепцию базовых потребностей человека (биологические потребности, здоровье, в том числе – воспроизводство себе подобных, потребности в труде, быте и отдыхе, саморазвитии). Город – это поселение, в котором у подавляющей части населения (возможно, более 50-70%), есть возможность найти работу, получить аналогичные крупному городу комму-

нальные, бытовые, жилищные условия, есть условия для отдыха и самосовершенствования.

6. Официальный статус должен быть не начальной точкой определения поселения как городского, а финальной, конституирующей факт наличия у поселения признаков города, соответствующих данному историческому этапу

В зависимости от различных факторов города имеют свои специфические особенности, и подвести определения поселений под один критерий фактически не представляется возможным. С другой стороны, благодаря вкладу, в том числе и зарубежных ученых, мы имеем возможность определить наиболее общие черты, в той или иной мере присущие практически каждому городу независимо от местных особенностей. Во-первых, к ним относят социально-экономические функции: определенный уровень развития торговых отношений, производства и пр. Во-вторых, динамичный обмен культурными ценностями. Третьей чертой, которой исследователи отделяют города от деревни, является усложненная социальная (иногда – и этническая) структура: во многих городах существовали целые кварталы, разделенные по сословно-профессиональному или национальному признаку [92].

2.3. Типизация урбанизированных территорий.

Представление о классификациях городских ландшафтов

В местах, вовлекаемых в сферу деятельности человека, складываются антропогенные ландшафтные системы со специфическими физико-географическими условиями. Такие системы занимают все большую долю в спектре ландшафтов планеты. В.И. Вернадский [10] отмечал, что человек далеко не единственный вид, преобразующий среду в результате своей жизнедеятельности – вся биота, адаптируясь к условиям среды, преобразует и саму среду.

Местообитания, встречающиеся на урбанизированных территориях, различаются по возрасту, происхождению, степени антропогенного воздействия. Эти ландшафтные системы, в зависимости от вышеупомянутых особенностей, можно подразделить на ряд групп [12].

К антропогенным ландшафтным системам относятся как заново созданные человеком ландшафты, так и те природные комплексы, в которых коренным изменениям под влиянием человека подвергся каждый из компонентов, в том числе и растительность с животным миром. По своему характеру антропогенные ландшафты делятся на следующие комплексы [52]:

- сельскохозяйственные;
- лесные;
- водные;
- селитебные (ландшафты населенных пунктов).

В последнем случае всегда отмечается коренная перестройка существовавшего на его месте природного ландшафта.

Селитебные комплексы подразделяются следующим образом:

- сельские ландшафты (начало развития селитебного комплекса);
- архитектурные ландшафты (сочетание естественного ландшафта с архитектурой);
- городские ландшафты.

Границы городских ландшафтов не совпадают с административными рамками города и выглядят размытыми, связанными со сплошной – более 70% покрытия – городской застройкой [12].

Выделяют следующие основные типы городского ландшафта [18, 52]:

- садово-парковый тип (леса зеленых зон и крупных лесопарков);
- малоэтажный тип (окраины города занятые пустырями, коллективными садами, домами частной застройки, почвы открытые, не засоренные территории);

- многоэтажный тип городских ландшафтов (центральные части городов с многоэтажными домами, крупные парки и скверы этой зоны, закрытые почвы, большие пространства, покрытые асфальтом, выраженная засоренность территории);

- заводской тип (высокая насыщенность техногенными объектами, массивные асфальтовые покрытия больших площадей).

При более глубоком анализе ландшафтов города нужно учитывать генезис (в результате чего произошла основа), хозяйственное значение, постоянство, силу и время воздействия антропогенных факторов [16], а также типизацию элементов промышленного ландшафта в городе.

По генезису можно выделить комплексы с антропогенным происхождением основы – антропогенные геокомплексы:

- техногенные;
- подсечные;
- пашенные;
- пирогенные;
- пастбищные дигрессии [53];
- антропогенные модификации (производные) [104].

По хозяйственному значению выделяются следующие ландшафты [104].

- Культурный ландшафт (обогащенный и преобразованный). Комплекс, регулируемый человеком, поддерживаемый в состоянии оптимума для выполнения функций рационального ведения хозяйства.

- Акультурный ландшафт (разрушенный обедненный, нарушенный). Это бросовые земли, возникшие в результате нерационального ведения хозяйства.

Существуют весьма подробные классификации, как правило, мало используемые при решении конкретных задач. Так, Б. Клаусницер в своей книге «Экология городской фауны» [36] отме-

чает, что главная причина существования урбанистических (городских) градиентов – зональность, определяемая городской застройкой и характером использования пространства, и приводит следующую типизацию городских ландшафтов от окрестностей с сельско- и лесохозяйственным землепользованием к центру города:

- окраина (свалки, зона отдыха с парками, садовыми участками, спортивными площадками);

- свободная застройка: одно-, двухсемейные коттеджи с небольшими садами; сплошная застройка кварталов с парками, скверами, аллеями между ними и садами во дворах; сплошная застройка кварталов с озелененными внутренними дворами;

- сплошная застройка (кварталы с мощеными или бетонированными дворами, максимум – с отдельными деревьями и рудеральными участками).

Возможны иные, более дробные варианты подразделения на зоны, например, предложенные Н. Sukopp в 1980 году [цит. по 36]:

- преобладание открытых зеленых площадей (газоны и пустыри, небольшие рощи и группы деревьев);

- преобладание облесенных зеленых площадей (плотные – разреженные заросли деревьев и кустарников);

- асфальтированные, бетонированные, мощеные пространства среди зеленых площадей (широкие улицы);

- свободная застройка с высокой долей зеленых площадей (равные площади зелени и застройки, трех-, четырехэтажные дома);

- преобладание площадей с искусственным покрытием и уплотненным грунтом и отдельных построек (товарные станции, территории портов, заводские и фабричные районы);

- плотная внутригородская застройка с ограниченным озеленением (площадь 1-5 га с отдельными группами деревьев и кустарников);

- плотная внутригородская застройка (четырёх-, шестиэтажные кварталы середины XIX в).

2.4. Формы организации городского пространства и его функциональное зонирование

Городское пространство – сложное образование, включающее следующие компоненты [66]:

- географический (природный ландшафт, климатические условия);

- объектный (исторически обусловленное формирование города в сочетании с требованиями целесообразности и эстетической нормы);

- улицы, площади, парки, здания, памятники, рекламные сооружения, транспорт общественной или частной формы собственности;

- субъектный (социальный) – сеть различного рода социальных связей, взаимоотношений и взаимодействий).

Город представляет собой особую пространственную структуру, имеющую географический, физический и социальный аспект. Структура городского пространства представляет собой результат и источник взаимодействия потребностей, целей и интересов различных социальных групп – представителей власти, политических и общественных организаций, бизнеса, сферы услуг и обычных граждан. Внутреннее пространство города организуют архитектурные сооружения – своего рода маркеры городского пространства

Формирование современного городского пространства представляет собой довольно сложный и неоднородный процесс, так как именно в нем протекает городская жизнь во всем ее многообразии. Городское пространство – это сложное многоструктурное образование, которое включает в себя комплекс двух основных

видов пространств, взаимодействующих друг с другом. Во-первых, физическое пространство как физическая композиция, содержание которой наполнена такими элементами как разнообразные сооружения, здания, памятники, архитектурные ансамбли, жилые дома, объекты бытового назначения, культурные и спортивные центры, магазины, государственные учреждения, промышленные, пешеходные пространства, скверы, парки и т.д. Во-вторых, социальное пространство города, как среда взаимодействия людей, место социальной активности, формирующая идентификационные стратегии поведения и определяющая место и условия жизненного выбора и стратегию поведения [66].

Таким образом, городское пространство – это социально-культурная среда существования горожан и инфраструктуры города. Оно отражает своеобразие образа жизни каждой исторической эпохи, общественного мировоззрения, способствует культурному объединению жителей города. Городское пространство является социальным объектом, который формируется под влиянием процессов, которые протекают в обществе. Пространственное выражение сущности города можно условно разделить на два уровня: 1) внешний – обусловленность окружающей средой, географическими особенностями; 2) внутренний – собственно городское, окультуренное пространство [24].

Особую значимость представляет проблема взаимосвязи города с его непосредственным природным окружением. Как правило, граница между крупным городом и сельской округой определена резче. Небольшой город переходит в не-город постепенно. К тому же, если близость к метрополии накладывает отпечаток на образ жизни окрестных сёл, то в провинции деревенский уклад жизни проникает в город, проявляясь, например, в значительной доле частного сектора в застройке. Способствует этому процессу и то обстоятельство, что многие бывшие сельские жители, являясь

горожанами в первом поколении, иначе, чем их соседи, относятся к природе и продолжают вести традиционный образ жизни.

Внутригородское пространство – это заведомо искусственно созданное пространство, нечто отгороженное от окружающей естественной природы, особым образом организованное. Это то, что противостоит природному хаосу, именно человеческое, обжитое, освоенное пространство. Очевидно, что, чем крупнее город, тем менее в его пространстве заметно влияние естественного природного окружения и тем дальше отодвигается граница их соприкосновения [24].

По своим структурно-функциональным характеристикам города подразделяются на несколько типов [69].

1. Многофункциональные – республиканские, включающие столичные, областные, краевые центры, а также центры автономных образований, где в сфере материального производства занята большая часть экономически активного населения. Для них характерен высокий уровень концентрации промышленного производства с развитой производственной и социальной инфраструктурой.

2. Города с преимущественным значением индустриальных центров, где главным градообразующим фактором выступает промышленность. Данный тип поселений представлен широким диапазоном – от крупных до малых городов – и является наиболее многочисленным из рассматриваемых групп.

3. Города с преимущественным значением транспортных центров, где свыше 20% экономически активного населения заняты в транспортной системе. К этой группе относят малые и средние города, которые закладываются и развиваются в районах нового освоения с выгодным транспортно-географическим положением, благоприятными условиями для развития промышленности, имеют тенденции к быстрому росту.

4. Города переходного типа – между промышленными местными организующими центрами – относятся к средним и малым.

5. Промышленные города-новостройки, получившие преимущественное развитие в районах нового освоения, – в Сибири и на Дальнем Востоке.

6. Оздоровительные центры относятся к малым и средним городам, предпосылкой их развития является уникальность природно-климатических условий.

Районная планировка (Regionalplanning – региональное планирование) возникла на рубеже 19-20 веков. Возникновению районной планировки предшествовали определённые акции на упорядочение землепользования. При определении границ районной планировки в первую очередь используются, естественные границы, а так же административные.

Основные звенья жилого комплекса городов следующие [69]:

- квартал;
- укрупненный квартал;
- микрорайон;
- жилой район;
- планировочный район (административный).

1. Квартал – группа жилых домов, объединенных по обслуживанию и совместному использованию территории. Может быть ограничен проездами. Численность населения в нем 2-3 тысячи человек.

2. Микрорайон – структурный элемент жилой застройки, площадью, как правило, 10-60 Га, но не более 80 Га, не расчлененный магистральными улицами и дорогами, в пределах которого размещаются учреждениями и предприятия повседневного пользования с радиусом обслуживания не более 500 метров (кроме школ и детских учреждений). Границами микрорайона являются магистральные или жилые улицы, проезды, пешеходные пути,

естественные рубежи. Микрорайон – структурная единица, связанная с повседневным обслуживанием населения (первичным), являющаяся важнейшим структурным элементом селитебной территории.

3. Жилой район – структурный элемент селитебной территории, площадью, как правило, от 80 до 350 га, в пределах которого размещаются учреждения и предприятия с радиусом обслуживания не более 1500 метров, а также часть объектов городского значения. Границами жилого района, как правило, являются труднопреодолимые естественные и искусственные рубежи, магистральные улицы и дороги общегородского значения.

Основу привлекательности и комфортности городского пространства формирует так называемая «каркасная инфраструктура» (жилищная, инженерная, транспортная, социальная, экологическая, историко-культурная), которая является «материальной» основой города и создается в долгосрочном историческом периоде его развития. Каркасная инфраструктура обеспечивает потенциал устойчивого развития города и включает большое количество объектов, находящихся в муниципальной собственности поселения. Привлекательные для жизни города должны иметь мощную и качественную каркасную инфраструктуру – это означает стабильность и долгосрочность городского развития [13].

Результат анализа зарубежного опыта показывает многообразие подходов к выявлению параметров городского пространства, обеспечивающих устойчивое развитие. Базой для оценки качества городского пространства предлагается считать три классификационных блока [30]:

1) качество «каркасной» инфраструктуры города (жилищной, инженерной, транспортной, социальной, экологической, историко-культурной);

2) качество городского пространства:

– наличие общественных зон и пространств; – удобная и ориентированная на человека городская среда (благоустройство, озеленение);

– интегрированность в ежедневную жизнь города культурного и исторического наследия;

– насыщенность объектами обслуживания и рекреационно досуговыми элементами;

– сохранение уникального «лица» города и городских ландшафтов;

– благоприятность экологической обстановки;

3) безопасность и комфортность проживания и доступность услуг для всех социально-демографических категорий населения (детей, пенсионеров, инвалидов, молодежи, работающих граждан, туристов и т. п.).

В структурной планировке современных городов выделяют следующие функциональные зоны: промышленную, жилую, санитарно-защитную, внешнего транспорта, коммунально-складскую, зону отдыха [13].

Промышленная зона предназначается для размещения промышленных предприятий и связанных с ними объектов.

Санитарно-защитная зона предназначена для уменьшения отрицательного влияния промышленных и транспортных объектов на население.

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

Коммунально-складская зона предназначена для размещения торговых складов, складов для хранения овощей и фруктов, предприятий по обслуживанию транспорта (депо, автопарки), предпри-

ятий бытового обслуживания (фабрики-прачечные и фабрики химической чистки) и т. д. Коммунально-складскую зону размещают вне жилой территории, зачастую на территории санитарно-защитных зон промышленных предприятий.

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

Зона отдыха включает городские и районные парки, лесопарки, спортивные комплексы, пляжи, дачные поселки, курорты, места туризма.

В планировке и застройке городов России подземное пространство используется в основном для прокладки инженерных коммуникаций. В наиболее крупных городах построен или строится метрополитен с подземными тоннелями и станциями; в последние годы создаются подземные транспортные и пешеходные тоннели на пересечениях магистралей с интенсивным движением транспорта. В подземном пространстве могут быть размещены АТС и различные наземные автоматические устройства, приемные пункты службы быта, предприятия связи, торговые учреждения, гаражи для личных автомобилей.

В экологии чаще используется понятие «городская среда», которое рассматривается шире, чем понятие «городское пространство». *Городская среда* – это совокупность антропогенных объектов, компонентов природной среды, природно-антропогенных и природных объектов. Городская среда является, по сути, окружающей средой в пределах территории города [101].

2.5. Город как специфическая экосистема

Урбосистема (городская система) – неустойчивая природно-антропогенная система, состоящая из архитектурно-строительных объектов и интенсивно нарушенных естественных систем [72].

Функциональную схему любой экосистемы составляют четыре основных компонента – поток энергии, круговороты веществ, сообщество и управляющие петли обратной связи (рис. 2.1). Сообщество представлено в виде пищевой сети, состоящей из автотрофов (А) и гетеротрофов (Н), запасы питательных веществ обозначены буквой S.

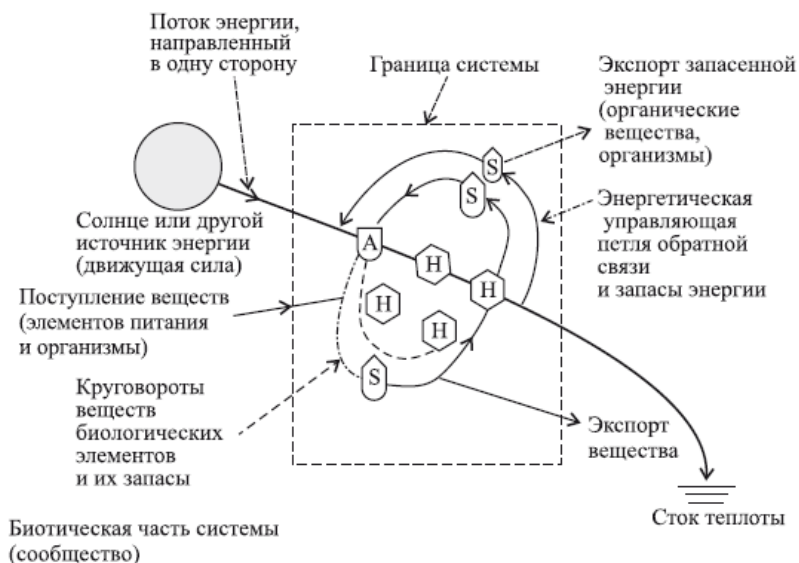


Рисунок 2.1 – Функциональная схема экосистемы [59]

Город – это специфическая экологическая система, в которую входят две подсистемы – природная и антропогенная [102]. *Природная подсистема* включает природную среду города и его биоту, делится на четыре подсистемы. В свою очередь, каждая из подсистем делится на системы более низкого ранга (рис. 2.2). *Антропогенная подсистема* включает все антропогенные объекты города, делится на три подсистемы.

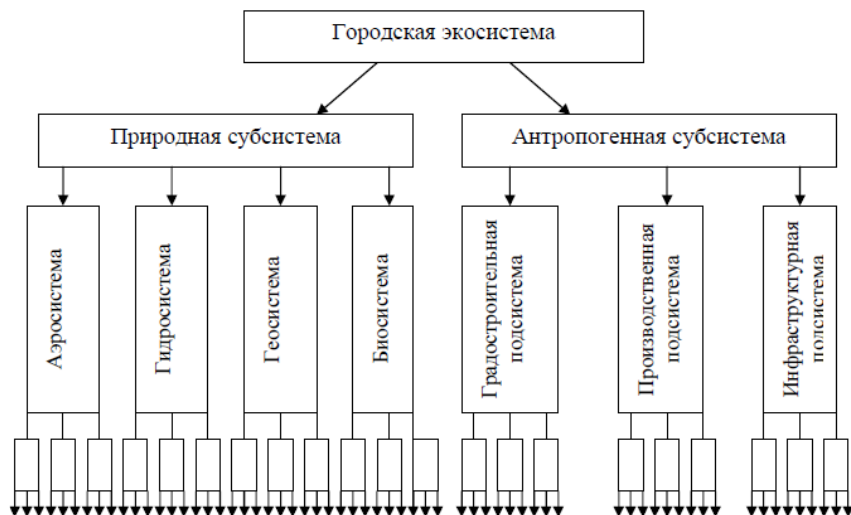


Рисунок 2.2 – Городская экосистема [101]

Характер функционирования городской системы определяется динамикой процессов, протекающих в субсистемах, а также интенсивностью прямых и обратных положительных и отрицательных связей между ними.

Природная (естественная) субсистема города характеризуется сложными биологическими и геохимическими процессами, протекающими на территории города и в зоне его влияния (преобразованием горных пород, трансформацией ландшафтов, изменением видового разнообразия флоры и фауны, сокращением количества экологических ниш, изменением биотопов и т. д.). Она изначально способна к саморегуляции, однако под воздействием антропогенной субсистемы в развитых городских агломерациях частично или полностью утрачивает эту способность.

Антропогенная субсистема характеризуется все более глубокими преобразованиями экосферы в техносферу. При этом человек

(элемент природной подсистемы), выступает как основной компонент антропогенной подсистемы и как фактор, ее создающий.

Город является функционирующей, динамической, полиструктурной экосистемой гетеротрофного типа, которую формируют такие системообразующие процессы, как потоки вещества и энергии. На рис. 2.3 показаны отличительные черты естественной экосистемы и урбоэкосистемы.

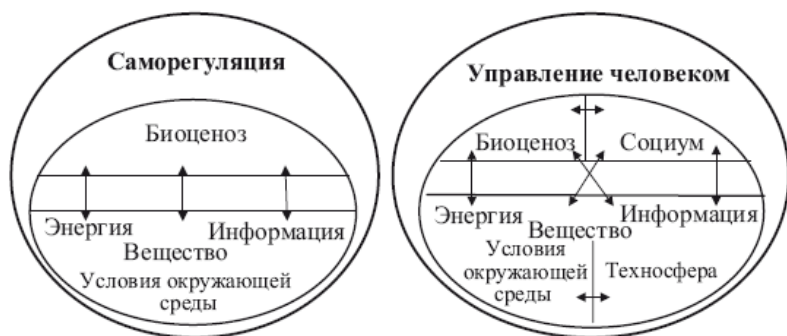


Рисунок 2.3 – Отличительные черты естественной экосистемы и урбоэкосистемы [101]

Особенности урбоэкосистемы проявляются в таких характеристиках, как полиморфность, сверхоткрытость, зависимость, аккумулятивность, неравновесность [102].

Полиморфность – структура экосистемы города формируется и определяется как материальными, так и нематериальными объектами.

Сверхоткрытость – экологические системы города являются открытыми, но способны поддерживать материально-энергетический гомеостаз только при постоянном притоке вещества и энергии извне.

Зависимость – экосистема города полностью зависит от внешнего притока вещества и энергии.

От большинства природных экологических систем урбозкосистема отличается следующими особенностями:

- более интенсивным метаболизмом на единицу площади, для чего используется в первую очередь не солнечная энергия, а энергия горючих материалов и электричества;

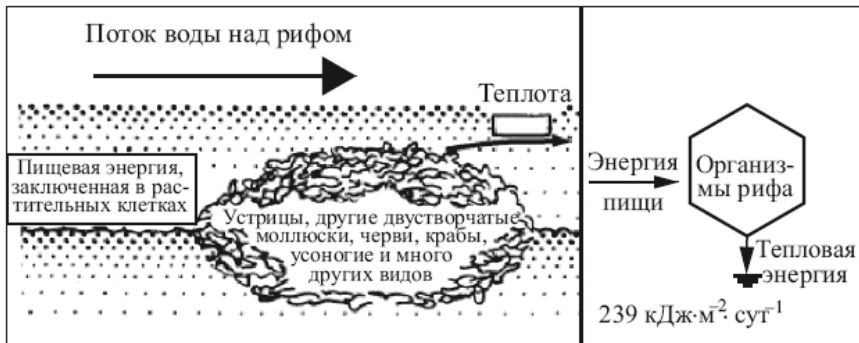
- активной миграцией веществ, в которую вовлекается перемещение металлов и других неорганических материалов, пластических масс и прочих эластомеров, причем не столько в пределах системы, сколько на входе и на выходе из нее;

- мощным потоком отходов, многие из которых вообще не утилизируются и являются более токсичными, чем естественное сырье, из которого они получены.

На рис. 2.4 представлены схемы двух экологических систем гетеротрофного типа: устричной банки и города. Обращает на себя внимание то, что 1 м² городской системы потребляет в 70 раз больше энергии, чем соответствующая площадь естественного биогеоценоза, а также наличие более интенсивных потоков энергии и вещества на входе и выходе из системы.

Урбозкосистема характеризуется следующими особенностями [102].

Аккумулятивность – положительный баланс обмена веществ в пределах экосистемы города приводит к накоплению вещества. Наиболее велика аккумуляция вещества в промышленных мегаполисах, где за счет накопления вторичного вещества (культурный слой, терриконы, отвалы, карьеры, наносной материал, свалки и пр.) формируется техногенный рельеф, преобразующий территорию в техногенный ландшафт.



a



б

Рисунок 2.4 – Гетеротрофные экологические системы:
a – устричная банка; *б* – современный город [59]

Неравновесность – определяется масштабом антропогенной нагрузки на окружающую среду в зависимости от уровня развития урбанизированной территории.

Материальный баланс города упрощенно может быть описан следующим образом: в город поступают потоки электрической энергии, топлива, сырья, пищевых продуктов. После их переработки и получения продукции в пределах территории города в атмосферу выбрасываются газы, аэрозоли, пыль, происходит аку-

стическое и электромагнитное загрязнение; в естественные водоемы города сливаются промышленные и бытовые сточные воды; на городские свалки поступают отходы промышленных производств и жизнедеятельности населения города. Эти выбросы, сточные воды, твердые и жидкие отходы содержат вещества, загрязняющие воздух, воду и почву города.

Жизнедеятельность города – это последовательность непрерывных потоков энергии, веществ и продуктов их переработки. Интенсивность этих потоков зависит от численности и плотности городского населения, статуса города, отраслевого профиля и развития промышленности, объема и структуры транспорта. Потоки веществ и энергии, а также продуктов их переработки, поступающие на территорию города, нарушают материальный и энергетический баланс природной среды и изменяют естественные процессы круговорота веществ и перехода энергии по трофическим цепям.

Экологическое равновесие – это динамическое состояние природной среды, при котором осуществляется ее устойчивое функционирование. При этом ее основными функциями являются 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. Показателем, характеризующим потребности населения, является демографическая емкость.

Демографическая емкость – это максимальное количество жителей, которое может проживать в границах района, при условии обеспечения потребностей населения и сохранения экологического равновесия.

Характеристиками функционирования природной среды, определяющими экологическое равновесие, являются: репродуктивная способность территории, ее экологическая емкость, геохимическая и биохимическая активность, устойчивость территорий к физическим нагрузкам.

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

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

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

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

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

Каждая из этих характеристик может быть выражена количественными показателями [102].

Очевидно, что полное экологическое равновесие современных освоенных территорий практически недостижимо, поэтому, кроме

полного различают условное и относительное экологическое равновесие территории. При *условном экологическом равновесии* компоненты природной среды не воспроизводятся в полной мере. При *относительном экологическом равновесии* не соблюдаются как условия воспроизводимости компонентов природной среды, так и условия баланса биомассы. При этом геохимическая, биохимическая активности, а также физическая устойчивость территории соответствуют антропогенным воздействиям.

В отличие от естественных экосистем биомасса в городе в основном представлена биомассой населения, которая во много раз превышает фитомассу. Первичная продукция и продуктивность городских экосистем ничтожны по сравнению с естественными. Именно абсолютное преобладание биомассы над продуктивностью определяет крайнюю неустойчивость городской экосистемы по отношению к внешним воздействиям. В связи с этим даже относительное экологическое равновесие городской экосистемы может быть достигнуто только за счет специальных мероприятий, осуществляемых человеком [102].

В табл. 2.2 приводится сравнение природных и городских экосистем.

Таблица 2.2 – Сравнение природных и городских экосистем [36]

Признаки	Природная экосистема	Урбоэкосистема
Абиотические компоненты	Неорганические и органические вещества, вода, воздух, почва.	Антропогенное изменение исходных и появление новых компонентов.
Биотические компоненты		
Продуценты	Превращают достаточное количество солнечной энергии в химическую энергию фотосинтезированного материала.	Небольшой по объему декоративный компонент. Для питания консументов необходимо поступление связанной в веществе энергии из-за пределов системы.
Макроконсументы	Соответствуют принципу пирамиды масс.	Резко преобладает и доминирует человек.

Редуценты	В состоянии минерализовать все мертвое органическое вещество.	Играют небольшую роль вследствие большого количества отходов, которые должны вывозиться за пределы системы и перерабатываться.
Поток энергии	Каскадоподобный поток энергии, поступающей преимущественно от Солнца.	Преимущественно приток энергии извне.
Круговорот веществ	Замкнутый, объем внутреннего круговорота больше обмена с окружением системы.	Разорванный, объем внутреннего круговорота меньше обмена с окружением. Поступление биомассы для поддержания консументов из-за пределов системы.
Пищевые цепи	Многозвенные биоценотические.	Обычно короткие, в значительной степени случайные.
Способность к регуляции	Саморегуляция.	Человек выполняет регулирующую функцию, затрачивая дополнительно вещество и энергию.
Стабильность	Сравнительно высокая, динамическое равновесие.	Низкая, система подвергается антропогенным нарушениям.

Город представляет собой модель крайне неустойчивой и уязвимой системы, утратившей способность к самовосстановлению, неспособной противостоять негативным воздействиям среды, включая антропогенное воздействие.

Естественные и городские экосистемы наряду с глубокими экологическими различиями имеют и некоторые общие черты, например: наличие границ; самоподдержание за счет обмена веществ и притока энергии; стабилизация за счет круговорота энергии; тенденция перехода от экспансии к интенсивному росту. Таким образом, урбоэкосистема характеризуется созданием новых типов искусственных техногенных систем в результате деградации, уничтожения и (или) замещения природных экосистем [102].

Функционирование урбоэкосистемы затрагивает все компоненты природной среды, включая атмосферу, гидросферу, растительный и животный мир, почву, рельеф и климат. Степень устойчивости урбоэкосистемы значительно ниже аналогичного

показателя для прилегающих природных территорий. Это является следствием того, что на территории урбозкосистемы природный ландшафт занимает незначительную часть и при этом природные составляющие резко нарушены, что проявляется в специфической трансформации круговорота веществ и энергии.

Антропогенные нарушения функций компонентов в городской экосистеме зависят от источника и вида вмешательства человека, факторов нагрузки, качества среды, что приводит к определенным последствиям, в большинстве своем негативным по отношению как к естественной, так и техногенной среде (рис. 2.5).

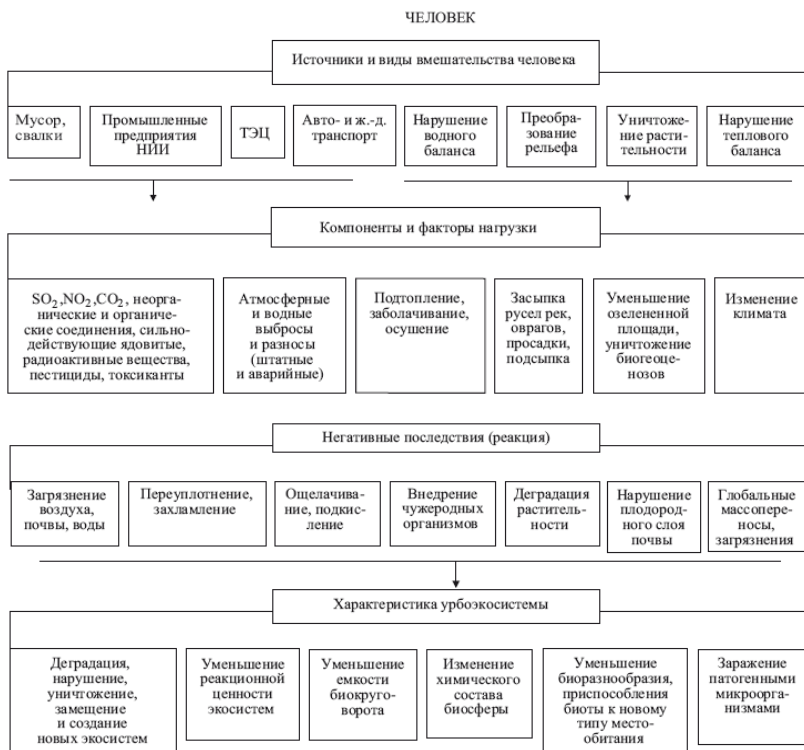


Рисунок 2.5 – Антропогенные нарушения функционального круговорота в городской экосистеме [по В.В. Добровольскому (1997), цит. по 105]

Примечания. Нарушения и изменения круговорота в экосистеме города вызывают:

- ухудшение условий проживания человека, высокий уровень заболеваемости, рост генетических заболеваний, появление новых болезней;
- необеспеченность чистой питьевой водой и чистым воздухом;
- накопление поллютантов в организме человека, миграция в трофических цепях.

Урбоэкосистема в целом обладает меньшей рекреационной ценностью, нарушенностью биокруговорота, сокращенностью биоразнообразия как по составу, так и по структурно-функциональным характеристикам. Изменение качества среды обитания человека в городе ведет к снижению комфортности жизни населения, что подтверждается соответствующими медико-демографическими показателями.

2.6. Город как искусственная среда обитания

Город – это экологическая система, созданная людьми. Основным представителем биоты города является человек. Человек доминирует над другими организмами – растениями, животными, птицами, насекомыми, микроорганизмами, которые также обитают на городской территории. Отношение фитомассы к зоомассе в городской экосистеме иное по сравнению с естественными экосистемами. Биомасса людей не сбалансирована с биомассой зеленых растений [101].

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

Городской средой принято называть совокупность градостроительных объектов и объектов городской инфраструктуры, образующих архитектурно-планировочную структуру города. Искусственная городская среда призвана удовлетворять функционально-утилитарные и художественно-эстетические потребности человека. Функционально-утилитарные потребности обеспечивает так

называемая в теории градостроительства функциональная система организации городской среды.

В экологии понятие «городская среда» рассматривается шире. Городская среда является, по сути, окружающей средой в пределах территории города. Определение «окружающая среда» дано в новом федеральном законе «Об охране окружающей среды». Используем аналогичное определение для понятия «городская среда». Городская среда – это совокупность антропогенных объектов, компонентов природной среды, природно-антропогенных и природных объектов [101].

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

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

К природно-антропогенным объектам относятся городские леса, парки, сады, озелененные территории жилых и промышленных районов, бульвары, скверы, защитные зоны, каналы, водохранилища и т.п. Природными объектами города являются памятники природы.

Природно-антропогенные и природные объекты вместе с компонентами природной среды образуют природную среду города, которая является важнейшей составляющей городской среды. Именно природная среда необходима для жизни и является ее основой.

Таким образом, городская экосистема состоит из биотической составляющей, основными представителями которой являются люди – жители города, и абиотической составляющей – городской среды. Городская среда представлена природной и антропогенной составляющими, а именно: природной средой города и искусственной городской средой (антропогенными объектами). При этом природная среда и искусственная городская среда взаимосвязаны и взаимозависимы. Природная среда определяет градостроительные решения при создании искусственной городской среды. В свою очередь, искусственная городская среда как архитектурно-планировочная структура влияет на микроклимат города. Кроме того, производственные и другие антропогенные объекты воздействуют на природную среду города через хозяйственную и иную деятельность.

Города как искусственные экологические системы отличаются от естественных экосистем. Городские системы гетеротрофны. Они характеризуются огромной потребностью в энергии. При этом солнечную энергию дополняет концентрированная энергия различного топлива [102].

Годовое потребление энергии крупными городами составляет несколько гигаджоулей ($1 \text{ ГДж} = 10^9 \text{ Дж}$) на 1 м^2 городской территории: Нью-Йорк – 21, Токио – 12, Москва – $4 \text{ ГДж/м}^2 \text{ год}$. Тогда как потоки энергии в естественных экосистемах меньше в 100-1000 раз.

Пищу в город ввозят извне. Чтобы накормить одного горожанина, требуется не менее 100 м^2 сельскохозяйственных угодий, включающих пашню, сенокосы и пастбища. Собственное производство продуктов питания (теплицы, пригородные сады) в городе незначительно. Поэтому городская экосистема сильно зависит от размеров сельского населения, город нуждается в пригородных пространствах.

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

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

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

По мере развития промышленного производства и становления современного облика городов существенно изменялись их черты, определяющие не только условия жизни человека, но и возможности для существования флористической и фаунистической составляющей урбосреды (табл. 2.3).

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

следовательность непрерывных потоков энергии, веществ и продуктов их переработки. Интенсивность этих потоков зависит от численности и плотности городского населения, статуса города – вида и развития промышленности, объема и структуры транспорта. Городская система, в отличие от естественной, не может быть саморегулирующейся. Все процессы жизнедеятельности города должно регулировать общество [101].

Таблица 2.3 – Основные атрибуты и объекты городов конца XIX века и конца XX и начала XXI века (составлено по [118])

Города конца XIX века	Города конца XX и начала XXI века
<p>Грязь, пыль, уплотнение почвы, вагами, экипажами, лошадьми.</p> <p>Навозные кучи, огромное количество воробьев и грызунов, питающихся семенами.</p> <p>Главные улицы с булыжниками, дорожками, тележками.</p> <p>Открытые ливневые стоки в центре улицы или в магазине, часто со сточными водами.</p> <p>Ручей/ река или устье/море в качестве первой системы очистки отходов.</p> <p>Дым от сжигания угля, плотные твердые частицы и загрязнение SO₂.</p> <p>Разнообразные сильные запахи, 24-часовой часто громкий шум.</p> <p>Распространены заросли растений на пустырях.</p> <p>Огороды, домашние животные и птицы в центре многих городских кварталов.</p> <p>Широко распространены собаки и кошки на свободном выгуле.</p> <p>Широко распространены кирпичные и деревянные постройки, часто и легко распространяющиеся пожары.</p> <p>Перебегающие фабрики, магазины и жилые дома (смешанное использование).</p> <p>Многочисленные цеха с сырьем, складами, продуктами, отходами.</p>	<p>Железобетонные дороги, мосты, крупные здания.</p> <p>Асфальтированные /гудронированные дороги, улицы, автостоянки.</p> <p>Легковые автомобили, грузовики, автобусы, трафик и их продукция.</p> <p>Велосипеды и мотовелосипеды.</p> <p>Обширная непроницаемая поверхность, напрямую связанная с местными водоемами.</p> <p>Раздельные или комбинированные системы ливневой канализации.</p> <p>Обширные инфраструктурные системы трубопроводов для многих услуг.</p> <p>Мусоровозы, крупные свалки, мусоросжигательные заводы.</p> <p>Водоохранилище за городом с водопроводом.</p> <p>Закрытые супермаркеты и небольшие продовольственные магазины.</p> <p>Многоэтажная застройка, небоскребы.</p> <p>Метро/подземные системы для передвижения людей.</p> <p>Загородная застройка, септики, системы пригородного транспорта.</p> <p>Широкие газоны.</p> <p>Большая палитра неместных растений из питомников.</p>

Большие открытые рынки продуктов питания и товаров. Массовые скопления сырья, отходов, множество мелких свалок.	
--	--

2.7. Концепция Экополиса

Концепции *Экополиса* появились независимо друг от друга примерно в одно и то же время в разных странах. Первая статья, в которой употреблялся термин «экополис» была опубликована Полом Даунтоном в 1990 году, зафиксирована в протоколе конференции *Ecopolitics IV Conference*, состоявшейся в Южной Австралии в 1989 году и называлась «Экополис – новый рубеж» («*Ecopolis - The New Frontier*»). После чего средства массовой информации подхватили эту идею и начали использовать слово «экополис» в газетах, интернете и на телевидении. Позже П. Даунтон оперировал этим термином в докладах на научных конференциях в Китае и Восточной Европе. Таким образом, термин «экополис» прочно вошел в лексикон архитекторов, теоретиков и ряда организаций [54].

В Австралии концепция Экополиса была вызвана возрастающим интересом к городской экологии. Основанная на общественных началах, некоммерческая организация *Urban Ecology Australia (UEA)* организует научные конференции по этому вопросу с 1991 года. В них принимают участие такие крупные ученые, как Пол Даунтон, Ричард Реджистер, теоретик и практик, основатель и директор организации *Ecocity Builders*, занимающейся вопросами экогородов, Рэзонг Ванг, ученый, урбанист, уже много лет специализирующийся на городской экологии, и другие. Все они продолжают развивать в своих исследованиях концепцию Экополиса [54].

Отечественный теоретический опыт развития концепции Экополиса напрямую связан с идеями академика Владимира Ивановича Вернадского, который научно обосновал понятие «биосфера»,

доказал «планетарное значение жизни, ее основную роль в механизме земной коры, гидросферы и нижних слоев атмосферы».

В нашей стране на практике концепция русского Экополиса осуществлялась на базе биофака МГУ и наукограда Пущино. Исследование города и его окрестностей продолжалось более 20 лет, оставило многочисленные издания в виде сборников трудов, препринтов, опыта междисциплинарных исследований. В исследовательской работе городского пространства в Китае (SCOPE 2005) под термином «экополис» подразумевался экологически безопасный город или крупная застроенная территория и их непосредственная периферия [54].

Экополисы – это города будущего, хотя их строительство уже началось. В Европейском союзе существует шесть городов, получивших статус экополиса: в Швеции – Мальмё, в Ирландии – Дублин, в Эстонии – Таллин, в Дании – Аугустенбог и Хиллерот, в Германии – Гамбург. Подобные экополисы также существуют в Северной Америке, Австралии. Экогород на 300000 жителей планируется построить в Московской области [7, 8].

Идею экограда предложил американский эколог Ричард Реджистер в 1978 году. Под этим термином он понимал экологически чистый город. В настоящее время это понятие трактуется гораздо шире. Многие ученые считают, что экогород должен самообеспечиваться продовольствием и энергией, при этом жилая зона должна быть минимальной [9]. По величине выделяют три типа экогородов: экосити (большой город до 300000 жителей), экополис (город средней величины), экотаун (малый экогород или экологический район города).

По мнению отечественного исследователя А.Н. Тетиора, экогород строится на принципах экологичности и находится в равновесии с природой [87, 88]. Минимально загрязняющийся элементами городской среды, экополис характеризуется высоким

качеством жизни горожан и высоким уровнем экологического комфорта.

Выделяют следующие признаки функционирования Экополиса, способствующие экологически позитивному и здоровому образу жизни [8]:

- разделение промышленной и селитебной частей города санитарной зоной леса;
- применение «безотходных» и «малоотходных» технологий на промышленных предприятиях;
- использование энергосберегающих технологий (применение солнечной энергии и энергии ветра);
- полная переработка бытовых отходов (за счет их сортирования);
- использование экологичного автотранспорта;
- малоэтажное строительство;
- применение подземной урбанизации при строительстве складов, гаражей, стоянок;
- вертикальное и горизонтальное озеленение города (кровли-газоны, столбы освещения, стены-газоны, озелененные ограды, висячие сады);
- проектирование квартир с выходом на зимние сады, веранды, уютно озеленённые дворы;
- формирование рекреационных зон;
- участие всех жителей города в экологизации своего быта;
- применение здоровьесберегающих технологий при обучении и воспитании молодёжи и отсутствие провокаций городской среды к негативному поведению;
- экологизация учебно-воспитательного процесса.

Перечисленные принципы могут быть реализованы в различных типах экогородов. В «зеленом» экосити они будут способствовать увеличению биоразнообразия города и сохранению его

природной среды в условиях города. В другом типе экополисов – «здоровых городах», они будут способствовать устойчивому развитию на благо живущего и последующего поколения.

Принцип построения Экополиса обеспечивает психологическую безопасность его жителей, способствует сохранению состояния здоровья и комфортного существования. Экологическая безопасность распространяется на транспорт города, промышленное производство, информацию, бытовое обслуживание жителей, то есть на все элементы городской деятельности. В каждом экогороде должны осуществляться экологические приоритеты, то есть сохранение окружающей среды и создание больших возможностей, предоставляемых населению в области культуры, здравоохранения, общественного обслуживания и поощрения образцов экологического поведения [8].

Идея экогорода – это продолжение идеи города-сада. В Экополисе социокультурные и экологические процессы влияют на воспитание подрастающего поколения. В нем процессы экологизации охватывают не только материальную среду города, но и его духовную среду. Любое городское пространство – это хаос предметов, объектов, значений, масштабов и смыслов, и Экополис не является исключением из общего правила. Человек, ассоциируя эти смыслы, стремится жить в экопозитивных условиях, которые для него становятся не только местом обитания, но и центром притяжения [8].

При проектировании строительства и функционирования экополиса закладываются основы психологического комфорта, благоприятно влияющего на здоровье и экопозитивное поведение человека, формирующего спокойствие, умиротворение, уверенность в себе. Устойчивое социально-экологическое состояние населения – это основа психологического комфорта. В условиях Экополиса

психологическое состояние его обитателей находится в коэволюции с урбанизированной, природной и социальной средой [8].

Градостроительная структура Экополиса компактная, представляет собой поселки городского типа, отдельные центры которых определяются особенностями топографии местности. Он полностью адаптирован под пешехода, присутствует хорошее транспортное сообщение. Транспортная система представляет транзитные коридоры и сеть путей, основанную на доступности пешеходам, она энергоэффективна. Предполагается высокий уровень сохранения энергии, полная зависимость от возобновляемых источников энергии. Застройка Экополиса вписывается в нужды социального обмена и функционирование экосистемы. Его архитектура органическая, реагирующая на климат, человека и место, использует биомимикрию. Общество Экополиса интегрировано в систему жизнедеятельности экосистемы и процессы планирования [54].

Главной отличительной особенностью Экополиса является то, что он осознанно интегрирован в процессы биосферы и дружелюбен по отношению к другим экосистемам. Он не только не мешает естественным биохимическим процессам биосферы, биорегиона и окружающих экосистем, но и восстанавливает нарушенные ранее экосистемы. Экополис является антропогенной экосистемой и находится во взаимодействии с другими природными экосистемами. Концепция Экополиса соответствует новой парадигме биологического структурализма, главными идеями которой являются идеи целостности, единства живого и неживого мира. Таким образом, мы можем говорить о городе не просто как о формообразовании, но и как о живом организме, способном (при условии, что он обитаем) к самостабилизации и саморазвитию, что, по сути, дает нам право говорить о любом городе, как об экосистеме [54].

В самом общем виде создание экопоселений – это попытка осознания естественных круговоротов и согласование своей деятельности с природными циклами либо внутри их, либо им подобно, что позволяет предсказать и регулировать последствия своей деятельности в любых масштабах и на любой срок, т.е. обеспечить создание устойчивых, практически стационарных систем [54].

На международном Саммите по экогородам (Ecosity World Summit), проходившем в Сан-Франциско (Калифорния) в 2008 году, были определены условия, при которых город следует признать экологичным [54].

1. Экологическая безопасность – обеспечение всех жителей надежным водоснабжением, чистым воздухом, безопасным здоровым жильем и рабочими местами.

2. Экологичная санитария – применение эффективных, рентабельных экотехнологий для переработки и утилизации всех видов образующихся в городе отходов и «серой воды».

3. Экологичная промышленность – рациональное использование и экономия ресурсов, использование возобновляемых источников энергии, экологизация всех этапов жизненного цикла продукции, включая транспортировку.

4. Целостностный эколандшафт – организация городской среды (строения, улицы, площади, парки и т.д.) с учетом природных особенностей ландшафта; увеличение биоразнообразия городских экосистем; решение таких проблем, как загрязнение воздуха, ухудшение гидрологического режима, эффект «островного тепла»; максимальная доступность различных районов города для всех граждан, безопасность для пешеходов, эффективная система общественного транспорта.

5. Экологическая информированность – помощь в осознании ответственности за окружающую среду, в изменении своего пове-

дения и культуры потребления, поощрение инициатив в поддержании высокого качества городских экосистем.

Вопросы для самоконтроля:

- 1) В чем заключается процесс урбанизации?
- 2) Поясните сложность создания единой дефиниции «город»?
- 3) Какие типы городского ландшафта вам известны?
- 4) Какие функциональные зоны выделяют в городах?
- 5) Что такое урбоэкосистема, в чем ее специфика?
- 6) Что такое Экополис?

3. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СРЕДА УРБОЭКосИСТЕМ

Геологическая среда является одним из важнейших геоэкологических факторов, определяющих развитие экологии города. Антропогенное влияние на литосферу в урбосреде имеет прямое и косвенное выражение. Прямое влияние проявляется в изменении поверхности, увеличении статической и динамической нагрузки (строительство дорог, зданий, тоннелей, развитие промышленности, сельского хозяйства и др.). Косвенным влиянием считают изменения и активизации природных ресурсов, например, в изменении водного и теплового режимов, просадках, провалах, оползнях, суффозии, вплоть до активизации землетрясений [106].

С возникновением и эволюцией городов связано накопление культурного слоя или антропогенных отложений. Под антропогенными отложениями понимают новый тип молодых геологических образований, связанных с инженерно-строительной и хозяйственной деятельностью человека. Они формируются во всех местах обитания и жизнедеятельности человека и получили планетарное распространение [106].

Антропогенный литогенез – геологический процесс формирования антропогенных отложений, это – многогранный и многофакторный процесс, связанный с самыми разнообразными видами жизнедеятельности человека: добычей полезных ископаемых, строительством, промышленным производством, селитьбой разного уровня (городские и сельские поселения), водным хозяйством, сельским хозяйством и др. Ежегодно из недр Земли извлекаются огромные массы грунтов, которые перераспределяются на ее поверхности. Накапливаются миллиарды тонн различных промышленных, хозяйственных и бытовых отходов.

Антропогенный литогенез по суммарному объему и скорости накопления отложений сопоставим с природными литогенетическими процессами, а по некоторым показателям превосходят их.

Мощность антропогенных отложений в засыпанных шахтах достигает 500-800 м; терриконов в Уэльсе – 300м; в США – 100 м; в Донбассе – 80-100 м; в Кузбассе – 10-80 м; в Караганде – 10-50 м. Мощности грунтовых отвалов из карьеров – 100-150 м, чаще 10-30 м, хвостохранилищ – до 30-50 м, намывных грунтов – 2-8 м. Максимальные мощности культурного слоя в городах также весьма значительны: Одесса – 44 м, Киев – 44 м, Баку – 40 м, Москва – 24 м, Воронеж – 20 м, Ташкент – 18 м, Волгоград – 17 м, Новгород – 14 м, Саратов – 12 м, Санкт-Петербург – 10 м, Лондон – 25 м, Сан-Франциско – 23 м, Париж – 20 м и т.д. [106].

Максимальные мощности культурного слоя в городах приурочены преимущественно к засыпным долинам рек, ручьев, оврагам, балкам, болотам, прудам, карьерам, к давно обжитым районам. Широкое распространение этих отложений повысило их строительное значение, они все чаще используются в качестве оснований и материала для сооружений.

Состав антропогенных отложений чрезвычайно пестрый. Академик А.П. Виноградов указывал, что человек сбрасывает с отхо-

дами в окружающую среду 600 тыс. разнообразных химических веществ. В этом разнообразии выделяют 3 основных группы фракций: грунтовые, искусственно созданные, отходы жизнедеятельности обитания человека.

Важнейшим аспектом геологической среды городов являются статические и динамические нагрузки, сопровождающиеся уменьшением влажности и пористости грунтов, увеличением их объемного веса. Удельное давление от веса зданий, сооружений, насыпей и отвалов в современных городах колеблется от 0,1 до 10-20 кг/см² и более. Главный корпус МГУ возвышается на 180 м и имеет объем около 2 млн. м³. Уплотнение пород под весом этого здания вызвало осадку поверхности земли под его центром на 4,7 см. Здание МГУ и другие старые высотные здания г. Москвы создали своей тяжестью депрессии, границы которых проходят на расстоянии 50-120 м от периметра здания. Депрессии отдельных зданий смыкаются и образуют крупномасштабную депрессию сообразного строения. Особенно опасны для сооружений неравномерные просадки, приводящие к перекосу зданий от вертикали [106].

Динамические нагрузки (вибраций, ударов, толчков) уплотняют рыхлые грунты, разрушают структуру непрочных грунтов. Уплотнение глинистых грунтов может происходить при их обезвоживании корнями деревьев, что приводит к неравномерному оседанию грунтов, деформации поверхности покрытий и даже зданий. Влияние древесных насаждений в целом невелико и амплитуда уплотнения грунтов от этого воздействия не превышает нескольких см. [106].

В условиях городов происходит изменение рельефа земной поверхности, физико-химических свойств горных пород, гидрогеологических условий, направленности физико-геологических процессов. На городских территориях обычно идут 2 процесса –

понижение и повышение отметок поверхности. Первый процесс связан со срезкой грунта, террасированием склонов, устройством выемок, опусканием и просадкой поверхности земли. Второй процесс определяется перемещением грунтов, складированием отходов и твердых промышленных и бытовых отходов, гидронамывом грунтов, засыпкой оврагов, болот, ручьев, долин малых рек и т.д. Архитектурные сооружения города формируют своеобразный антропогенный ландшафт городов [14].

Важными геологическими процессами в городах является влияние на подземные воды, которое прослеживается на глубину 100-150 м (иногда до 400-800 м). Происходит изменение уровня стояния, температура и химический состав подземных вод, образуются зоны подпора и депрессий, нарушается равновесное взаимодействие поверхностных и подземных вод. С изменением гидрологических условий связано развитие антропогенных геологических процессов (карст, суффозия, заболачивание, подтопление и др.), истощение ресурсов подземных вод, деформация поверхности земли и т.д. [14, 106].

В крупных городах и городских агломерациях широко распространены негативные физико-геологические процессы, в частности, возникновение оползней и оврагов. Городская застройка ведет к активизации процессов, увеличивающих площади непригодных городских земель. Наиболее негативные процессы в литосфере проявляются в крупных городах, что связано с наличием сети подземных коммуникаций, метрополитена, больших масс многоэтажных зданий, тяжелого наземного транспорта и т.д. [14].

Вопросы для самоконтроля:

1. В чем заключается роль геологической среды в городах?
2. Каким изменениям подвергается геологическая среда города?

4. ВОДНАЯ СРЕДА УРБОЭКосИСТЕМ

Вода – одна из наиболее важных жизнеобеспечивающих природных сред урбоэкосистем. К водным объектам городов относятся поверхностные объекты (водотоки, водоемы, моря) и подземные воды. Водотоки подразделяются на реки, каналы, ручьи; водоемы – на озера, пруды, водохранилища.

Для нормальной жизнедеятельности современного человека в городах используется 300-400 л воды в сутки, что в 1000 раз меньше, чем за это же время реки уносят в океан (1 млн. км³). Основную проблему составляет инфраструктура города, использующая гораздо большее количество воды. Влияние урбанизации на количественные и качественные характеристики природных вод определяются в первую очередь забором воды на производственные и коммунально-бытовые нужды, сбросом промышленных стоков, спуском хозяйственно-бытовых сточных вод, а также загрязнением водного бассейна ливневыми сточными водами. Все перечисленные факторы зависят от численности населения города, застроенной площади, развития водоемких отраслей промышленности, объемов водопотребления и т.д. [14].

Города оказывают существенное воздействие на состояние поверхностных и подземных вод. В крупных городах в расчете на одного жителя (с учетом загрязненных поверхностных стоков) ежесуточно сбрасывается в водоемы более 1 м³ загрязненных стоков. Качество поверхностных вод в городах определяется двумя группами факторов: внешними воздействиями в виде поступающих извне водного объекта источников загрязнения и внутриводоемными процессами [102].

По происхождению источники загрязнения воды делятся на *природные* и *антропогенные*. К природным источникам загрязнения относятся:

- *атмосферные* (атмосферные осадки);
- *гидросферные* (озера, притоки, грунтовые и подземные воды, формирующие сток водного объекта);
- *литосферные* (подверженные эрозии и выщелачиванию склоны русл).

Основными антропогенными источниками загрязнения являются:

- *промышленные* (выпуски производственных сточных вод, загрязненные территории предприятий, свалки промышленных отходов);
- *коммунальные* (выпуски хозяйственно-бытовых сточных вод, территории населенных пунктов, свалки бытовых отходов);
- *сельскохозяйственные* (пахотные поля, огороды, животноводческие предприятия);
- *транспортные* (транспортные средства, автодороги, трубопроводы).

По локализации источники воздействия на водные объекты делятся на:

- *точечные*, площадь контакта которых с водным объектом существенно меньше площади загрязненной зоны этого объекта (выпуски сточных вод из систем водоотведения или небольшие притоки);
- *линейные*, площадь контакта которых с водным объектом встречаются в виде стока с поверхности водосбора, выпусков сточных вод через специальное рассеивающее устройство (рассеивающий выпуск);
- *площадные*, влияние которых проявляется рассредоточенно по площади водного объекта (представляют собой линию акватории портов, стоянки маломерных моторных судов, места донной добычи полезных ископаемых – песка, гравия, нефти, газа и др.).

По продолжительности воздействия источники загрязнения бывают *постоянными, периодическими и эпизодическими*.

Носители загрязняющих веществ – это, как правило, сточные, инфильтрационные и подземные воды, возвратные воды орошения и дренажные воды, поверхностный сток с загрязненной территории, атмосферные осадки.

Источники воздействия на водный объект могут приводить к его *химическому, физическому и биологическому* загрязнению.

Химическое загрязнение проявляется через сверхнормативное содержание химических веществ в поверхностных водах.

Для физического загрязнения характерно повышение температуры воды за счет поступления в водный объект подогретых вод (тепловое загрязнение) или наличие радионуклидов (радиоактивное загрязнение).

Биологическое воздействие на водный объект сопровождается поступлением в него болезнетворных микробов, мелких водорослей, дрожжевых и плесневых грибов (гидрофлорное загрязнение).

Вода, поступающая в городскую систему водоотведения, обычно представляет собой смесь хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод. По системе водоотведения эти воды подаются на общегородские очистные сооружения. Если позволяет производительность этих сооружений, сюда же поступают частично или полностью дождевые и талые воды. Полный комплекс общегородских очистных сооружений включает блоки: *механической и биологической очистки, доочистки, обеззараживания, обработки осадка* [102].

Из первичных отстойников очищаемые сточные воды поступают в блок *биологической очистки*, где происходит деструкция органических соединений, поддающихся биохимическому окислению. Из сооружений биологической очистки наибольшее распространение получили *аэротенки*. Они представляют собой железо-

бетонные, реже кирпичные или металлические удлиненные емкости, где происходит контакт очищаемых сточных вод с *активным илом* при одновременном насыщении их кислородом воздуха. Очищенные в аэротенках сточные воды поступают во *вторичные отстойники*, где происходит оседание активного ила, который попал сюда из аэротенков вместе с водой.

После вторичных отстойников городские сточные воды считаются прошедшими биологическую очистку и могут быть сброшены в поверхностные водные объекты. Перед сбросом в обязательном порядке производится их обеззараживание путем обработки хлором.

Если качество очистки сточных вод не удовлетворяет условиям их сброса в водные объекты или сточные воды после очистки предполагается использовать для технического водоснабжения или пополнения городских рек, то в этих случаях организуется их доочистка [17].

Уменьшению внешнего воздействия на поверхностные водные объекты в городах способствуют [102]:

- изменение технологии производства;
- канализование и санитарная очистка городов;
- повторное использование сточных вод;
- очистка сточных вод.

Изменение технологических процессов в сторону ресурсосберегающих, малоотходных и безотходных технологий является одним из наиболее экономически и экологически эффективных направлений в сохранении чистоты водных ресурсов в городах.

Вопросы для самоконтроля:

1. В чем заключается роль гидросферы в урбоэкосистемах?
2. Раскройте последовательность очистки сточных вод.

5. АТМОСФЕРА УРБООЭКОСИСТЕМ

Антропогенное воздействие на атмосферу определяют в основном два процесса – извлечение и использование составляющих ее газов, а также внесение в нее веществ, не свойственных ее естественному состоянию. Все это существенно нарушает не только физическую и химическую структуру атмосферы, но, что самое главное, изменяет в худшую сторону ее экологические свойства [72].

Антропогенные загрязнители атмосферы в отличие от природных концентрируются на сравнительно небольших участках земной поверхности – в промышленных районах, городских агломерациях. В сельской местности загрязненность атмосферы в 10 раз, а в промышленных городах в 150 раз выше, чем над океаном. В городах с населением свыше 500 тыс. жителей концентрация наиболее распространенных загрязнений в 1,5-2 раза выше, чем в малых городах. В городах, развивающихся на базе металлургической и нефтеперерабатывающей промышленности, концентрация в воздухе SO_2 в 2-3 раза выше, чем в поселениях такой же величины, но другого народнохозяйственного профиля. В России в атмосферу ежегодно поступает не менее 3 млрд. т углекислого газа и более 50-60 млн. т других загрязняющих веществ. В воздухе более чем 60 городов (с общим населением, превышающим 40 млн. чел.) содержание окислов азота, серы, углеводородов, пыли и других вредных для здоровья человека веществ превышает предельно допустимые нормы в несколько раз [14].

По данным Минприроды РФ за 2021 год, особо неблагоприятная ситуация с состоянием атмосферы сложилась в городах Гусиноозёрск, Селенгинск, Улан-Удэ, Чита, Петровск-Забайкальский, Южно-Сахалинск, Комсомольск-на-Амуре, Чегдомын, Уссурийск, Ачинск, Красноярск, Лесосибирск, Минусинск, Норильск, Кызыл, Абакан, Черногорск, Барнаул, Ангарск, Братск, Зима,

Иркутск, Свирск, Усолье-Сибирское, Черемхово, Шелехов, Кемерово, Новокузнецк, Искитим, Курган, Магнитогорск, Махачкала, Астрахань, Новочеркасск и Ростов-на-Дону.

При современном уровне развития техники и технологии полностью избежать поступления в атмосферу загрязняющих веществ практически невозможно. Поэтому состояние воздушного бассейна оценивается уровнем концентрации этих веществ, т.е. содержанием их в единице объема или массы. Соответственно этому разработаны специальные нормы – предельно допустимые концентрации (ПДК) в воздушном бассейне окиси углерода, соединений серы, окислов азота, углеводородов, соединений хлора, других загрязнителей.

В загрязнение воздушного бассейна городов свой вклад вносят многие источники, однако основная роль принадлежит энергетике (в первую очередь теплоэлектростанциям), наименее благополучным в гигиеническом отношении отраслям промышленности (металлургической, химической, нефтехимической) и автомобильному транспорту. Сложность отраслевой структуры промышленности, характер технологических процессов в отдельных производствах, повсеместное развитие энергетики и транспорта приводят к «наложению» выбросов в воздушный бассейн от различных источников загрязнения во времени и пространстве, что создает особую экологическую напряженность в пределах городов и других урбанистических образований [14, 106].

Степень загрязненности воздушного бассейна зависит от многих причин – как естественных, так и антропогенных. Удаление городов и целых систем расселения от морских побережий, положение их в депрессивных районах (со штилями, вызывающими явления температурных инверсий, при которых прекращается или сильно ослабевает вертикальное перемещение воздушных масс в межгорных понижениях и т.п.) значительно увеличивают загряз-

ненность воздуха, содержание в нем вредных газообразных веществ. Зимой загрязненность воздуха обычно бывает выше, чем летом. Особенно большое значение имеет народнохозяйственный профиль города, его величина, плотность населения и другие антропогенные факторы [106].

Вопросы для самоконтроля:

1. В чем проявляются характерные особенности атмосферного воздуха городов?
2. Назовите антропогенные загрязнители городского воздуха и их источники.
3. Перечислите города Российской Федерации с наиболее загрязненным воздухом.

6. КЛИМАТ УРБООКОСИСТЕМ

В крупных городах формируется особый климат, который в летний зной близок к климату полупустыни. К примеру, летом в Москве температура на поверхности асфальта в послеполуденное время достигает $+55^{\circ}\text{C}$. В безветренные дни над крупными городами на высоте 100-150 м может образовываться слой температурной инверсии, который задерживает загрязненные массы воздуха над территорией города [79].

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.

Города производят и собственное тепло за счет работы промышленных предприятий, электростанций, транспортной системы, в том числе метро, отопления и др. В результате теплового загрязнения над крупными городами формируются «острова тепла», над которыми устанавливается своеобразная местная циркуляция воздушных масс, называемая городскими бризами. Она характеризуется повышенной по сравнению с загородной местностью температурой воздуха. Своеобразными аккумуляторами тепла являются здания, асфальт, бетон. В островах тепла из-за уменьшения испарения на застроенных участках понижается абсолютная и относительная влажность воздуха [79].

В жаркие летние безветренные дни воздух в центре крупных городов нагревается и поднимается вверх, что ведет к его подтоку с окраин, как из лесопаркового пояса, так и из промышленных зон, независимо от их расположения по отношению к розе ветров. Поскольку городские бризы дуют с окраин, то они приносят в центр относительно чистый воздух, но проявляются такие ветры не всегда. При мощном антициклоне и высоком давлении воздуха городские бризы могут и не возникнуть. В районах многоэтажных новостроек с нерациональной планировкой жилых кварталов могут возникать местные ветры. Например, в небольших промежутках между двумя крупными домами при определенных направлениях ветра скорость ветровых потоков может резко возрасти [79].

С каждым годом температура воздуха на планете становится выше, что в городских системах проявляется наиболее значимо. И даже в малых городах за последние 30-40 лет среднегодовая температура стала превышать оптимум. Зимние оттепели в городах более часты; кроме того, разница температур в разных районах города может достигать 3-4°C.

Загрязнение атмосферы способствует образованию антропогенного аэрозоля. Это уменьшает солнечную радиацию, увеличи-

вает частоту туманов, в том числе особенных туманов типа смога, усиливает облачность. В некоторых крупных городах существует недельный цикл количества выпадающих осадков, проявляющийся в уменьшении осадков в выходные дни, когда промышленные предприятия не работают. Кроме того, существуют и определенные циклы в загрязнении воздуха: самые низкие концентрации загрязняющих веществ наблюдаются по воскресеньям, а наивысшие – по понедельникам и пятницам. Увеличение количества осадков над городом идет в ущерб другим районам, усиливает засушливость сельской местности [79].

Поток суммарной солнечной радиации в городе составляет всего 80-85% от наименьшего значения, полученного для сельской местности. Потери по спектру излучения распределяются неравномерно: наибольшие потери отмечаются для коротковолнового излучения. Зимой во многих промышленных городах излучение с длиной волны меньше 400 нм полностью поглощается. Уменьшение солнечной радиации приводит к росту содержания в воздухе болезнетворных бактерий, что не может не сказаться на здоровье горожан, поскольку при пониженной инсоляции замедляется выведение из организма ряда токсичных веществ, в частности соединений тяжелых металлов, а также синтез в организме важных ферментов [79].

Таким образом, климатические условия в городе существенно иные, чем в окружающих районах; причем различия при прочих равных условиях тем больше, чем больше территория города. В целом на метеорологический режим города влияют следующие факторы [79, 106]:

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

- уменьшение средней величины испарения с земной поверхности;

- выделение теплоты при различных видах хозяйственной деятельности;

- увеличение в черте города шероховатости земной поверхности;

- загрязнение атмосферы различными примесями.

Характер изменения климата в городах иллюстрируют данные, приведенные в табл. 6.1.

Климатические условия города Самары, как и Самарской области в целом, формируются под влиянием воздушных масс суши и характеризуются как континентальный климат умеренных широт.

Таблица 6.1 – Обобщенное влияние урбанизации на климат городов [121]

Показатели	Уровень в сравнении с загородными территориями
Загрязнители	
Ядра конденсации	в 10 раз больше
Твердые частицы	в 50 раз больше
Газообразные примеси	в 5–25 раз больше
Радиация	
Всего на горизонтальной поверхности	на 0–20 % меньше
Ультрафиолет, зима	на 30% меньше
Ультрафиолет, лето	на 5% меньше
Продолжительность солнечного сияния	на 5–15 % меньше
Облачность	
Облаков больше	на 5–10 %
Туман, зима	на 100% больше
Туман, лето	на 30% больше
Осадки	
Количество	на 5–15% больше
Дней с осадками менее 5 мм	на 10 % больше
Снегопад, центр города	на 5–10 % меньше
Снегопад, подветренная сторона города	на 10% больше
Грозы	на 10–15 % больше
Температура	
Среднегодовая	0.5–3.0°C больше
Зимние минимумы (средние)	1–2°C больше
Летние максимумы	1–3°C больше
Отопительные градусо-дни	на 10% меньше

Относительная влажность Среднее годовое значение Зима Лето	на 6% меньше на 2% меньше на 8% меньше
Скорость ветра Среднегодовая Экстремальные порывы ветра Штиль	на 20–30% меньше на 10–20 % меньше на 5–20 % больше

Особенности климата г. Самары – засушливость, высокая континентальность, большая изменчивость от года к году, особенно по количеству выпадающих осадков. Характерны жаркое, солнечное лето (среднемесячная температура июля $+20.4^{\circ}$), холодная и продолжительная зима (средняя температура января -13.5°) и умеренное количество осадков. Каждый третий, а иногда и второй год, наблюдается летняя засуха [37].

На фоне климатических показателей области климат города Самары будет характеризоваться рядом местных особенностей. Они определяются плотным расположением промышленных предприятий и жилых зданий, наличием асфальтовых покрытий улиц и площадей, обилием транспортных средств. Загрязнение городской атмосферы уменьшает ее прозрачность, препятствует проникновению ультрафиолетовых лучей, в результате снижается количество поступающей прямой солнечной радиации. В дневные часы это снижение в какой-то степени компенсируется рассеянной радиацией. В ночное время дымка сохраняет в городе более высокую температуру воздуха, быстрый сток воды с асфальта уменьшает затраты на испарение. Город выбрасывает в окружающую среду большое количество тепловой энергии. Более высокая температура воздуха города вызывает систему городских ветров, в формировании которой участвует и городской ландшафт.

По сравнению с поселком Аглос (расположенном к югу на расстоянии 26 км от города) прослеживаются различия в температурном режиме. Средняя месячная температура в городе на $0.1...0.2^{\circ}$

выше, а в июле и августе на 0.3 и 0.1° ниже «загородной». В зимний период средняя за сезон температура воздуха, минимальная и максимальная температуры в Самаре выше, чем в пригороде, то есть город зимой проявляет себя как «остров тепла». Весной в городе в дневное время температура ниже, чем в пригороде, на 0.3°C , в ночное время – теплее на 0.6°C . В летний период в городе дневные температуры еще сильнее понижены (разность 0.6°C), ночью – на 0.3° теплее, чем в пригороде. Осенью город проявляет себя как «остров тепла» только в ночной период и в среднем за сезон, в дневные часы в городе в холоднее, чем в окрестностях. Скорость ветра в среднем во все сезоны в городе меньше, чем в пригороде. Город также характеризуется более мягким климатом, чем его окрестности. Это проявляется в продолжительности безморозного периода. В городе несколько ниже влажность воздуха в весенний период, в остальные сезоны различия более сглажены. В условиях города отмечается больше случаев пасмурной погоды (особенно в ночное время), дней с туманом и гроз. Климат города не только отличается от климата окрестностей, но и существенно изменяется внутри города в зависимости от застройки, ширины улиц, наличия зеленых насаждений, формы рельефа и др.

Местные особенности микроклимата собственно городской территории определяются плотным расположением промышленных предприятий и жилых зданий, наличием асфальтовых покрытий улиц и площадей, обилием транспортных средств. Более высокая температура воздуха города вызывает систему городских ветров, в формировании которой участвует городской ландшафт. Из-за значительной протяженности и сложного характера рельефа и городской застройки формируются различия климата между районами [37], вносящие дополнительный вклад в формирование микроклиматической пространственной гетерогенности территории. Так, разное положение в рельефе и характер застройки, влия-

ющие на перераспределение тепла и влаги, обуславливают различия микроклиматических условий, выраженные даже для сравнительно близких в пространственном отношении районов. Например, весной (осенью) в предрассветные часы, когда достигается температурный минимум за сутки, разница значений температуры воздуха в пределах Октябрьского района может достигать 5-7°C (район ул. Ново-Садовой – Челюскинцев – Центральный автовокзал) (личные наблюдения автора). Обширность территории и сложный характер циркуляции воздушных масс приводят к тому, что выпадение осадков зачастую не происходит одновременно над всеми районами города. В условиях вегетационного периода, характеризующегося дефицитом влаги, подобная ситуация для растений неминуемо будет означать, например, неодинаковый уровень стрессовой нагрузки, связанной с засухой [32, 33, 37].

Вопросы для самоконтроля:

1. В чем заключаются климатические особенности урбозкостем?
2. Что такое «остров тепла» и почему он образуется в городах?

7. ГОРОДСКИЕ ПОЧВЫ

Естественные почвы образуются под влиянием климата, горных пород, биологической составляющей, рельефа и времени. Антропогенными считаются те почвы, в образовании которых ведущую роль играет человеческий фактор. На территории городов этот фактор выражается не только в способе функционального использования территории, но и в воздействии на все природные факторы почвообразования. Почва саморазвивается, но природные процессы, протекающие в городской почве, могут быть прямо или косвенно инициированы человеческой деятельностью [79].

Почвенный покров любого города гетерогенен и характеризуется значительной пространственной и временной неоднородностью. Это связано не только с разнообразием природных условий, но и разной степенью и масштабом воздействия человека на почвенный покров на различных этапах строительства и расширения города, а также в разных его частях – в центре, на окраинах, в лесопарках, промышленных территориях и «спальных» районах. В городах деятельность человека, как одного из факторов почвообразования, проявляется в косвенном и прямом воздействии на почвы и почвенные процессы. Косвенное воздействие состоит в модификации факторов почвообразования (осадков, температуры, испарения, растительности, состава материнских пород). Прямое воздействие на почвы заключается в подкислении, подтоплении, нарушении почвенного профиля, а также в формировании или, своего рода, конструировании почвенного профиля, подобного естественному [2].

В городах вместо естественных почв абсолютно доминируют вновь созданные человеком антропогенные почвы, или реже стратоземы (рис. 7.1). Они, как правило, сформированы на антропогенном слоистом субстрате, который является в настоящее время подстилающей, реже почвообразующей породой.

Впервые термин «городские почвы» ввел американский ученый Дж. Бокхейм в 1974 году. Городские почвы – это почвы, имеющие созданный человеком поверхностный слой (горизонт урбик), который получен перемешиванием, посыпанием, погребением или загрязнением материалами антропогенного происхождения (строительно-бытовой мусор, промышленные отходы). Специфическую городскую почву называют урбаноземом (или урбоземом). Его верхняя часть более или менее гумусовая в зависимости от функциональной принадлежности территории (промышленная зона, парки, скверы) и возраста. Такой антропогенно созданный горизонт характеризуется повышенным содержанием

фосфора и других питательных элементов, большим количеством карбонатов, в отдельных местах – засолением, высоким содержанием микроэлементов (тяжелых металлов), повышенной уплотненностью [79].

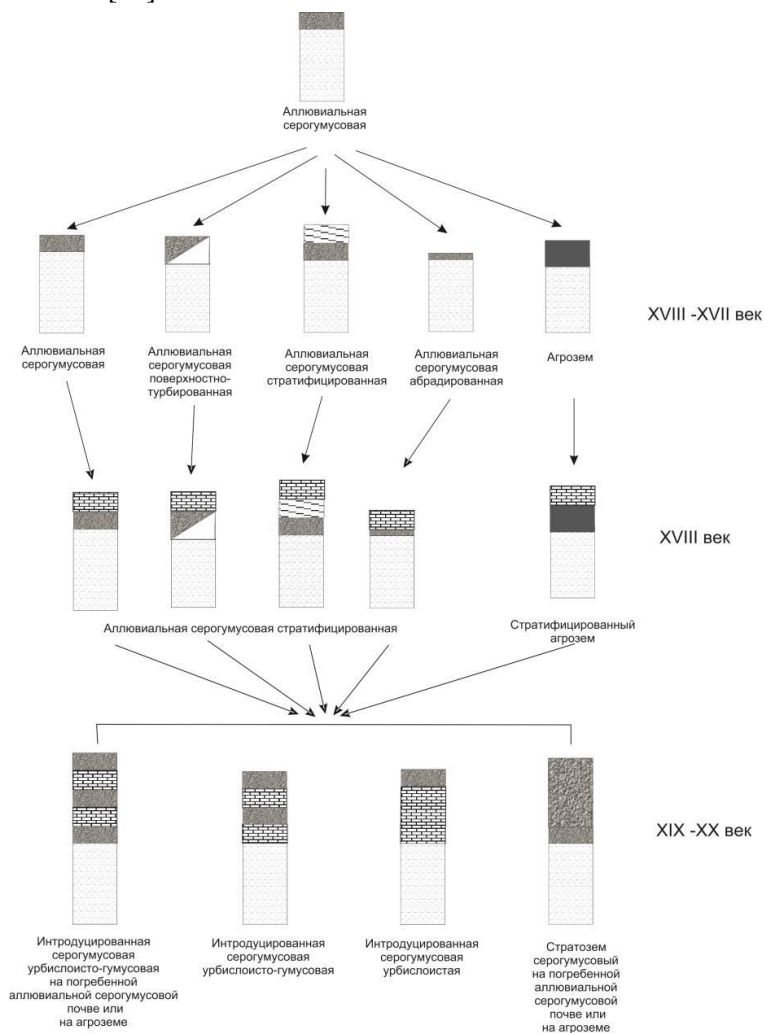


Рисунок 7.1 – Схема трансформации профиля естественной почвы на урбанизированной территории [2]

При определении места городских почв в современных классификационных системах необходимо установить, какие из городских поверхностных образований (естественные почвы, антропогенно-преобразованные почвы, созданные человеком почвоподобные тела, асфальтовые и другие искусственные образования) являются объектами, той или иной классификационной системы, (т.е. соответствует определению объекта классификации).

В зарубежной системе WRB выделены две реферативные группы почв, морфологический облик и свойства которых значительно изменены человеком: Anthrosols и Technosols, а также целый ряд квалификаторов. Однако далеко не все поверхностные образования городов, которые могут относиться к почвам, находят свое место в системах WRB и КиДПП (Классификация и диагностика почв России) [2].

Антропогенные почвы как объекты классификации относят к недостаточно разработанному стволу синлитогенных почв и отделам антропогенно-преобразованных почв. Для такого рода почв более самостоятельное диагностическое значение приобретают отдельные горизонты, так как характер приносимого на поверхность почв материала часто связан с видом антропогенного воздействия на городскую территорию и во многом определяет их свойства.

В легенде к почвенной карте мира ФАО в названиях антропогенно-трансформированных почв поселений с включениями строительного мусора использовался элемент «урбик» (от слова urbanus – город) [70, 78].

Городские почвы во многих крупных городах-миллионерах сохраняют очень мало признаков исходных почв. В основном они приобретают ряд черт, связанных с воздействием урбанизации и техногенеза. Для большинства урбаноземов характерно отсутствие

генетических горизонтов и наличие различных по окраске и мощности слоев искусственного происхождения. До 30-40% площади жилых застроенных зон занимают запечатанные под асфальтом или другими постройками почвы (экраноземы); в промышленных зонах преобладают химически загрязненные индустроземы; на насыпных и привозных грунтах, вокруг некоторых автозаправочных станций встречаются интруземы (перемешанные почвы), а в районах новостроек – реплантоземы (почвоподобные тела) [79].

Выделяют четыре типа изменения почвенного профиля под прямым воздействием человеческой деятельности: перемешивание почвенных горизонтов, срезание части профиля, погребение почвы и «конструирование» нового профиля [2].

Физико-химические свойства городских почв в значительной степени антропогенно преобразованы и геохимически трансформированы. При этом все они характеризуются большой пространственной неоднородностью и различаются по зонам функционального назначения. В крупных промышленных городах, в частности, в г. Москве, сильноокислая и кислая реакция среды фоновых почв сменилась в городских почвах на слабокислую, нейтральную и щелочную. В настоящее время доминирующий рН почв – нейтральный и щелочной, а его средние значения около 7,8. Динамика указывает на дальнейшее подщелачивание почв, что связано с осаждением строительной пыли, содержащей карбонаты кальция и магния, и выпадением атмосферных осадков с повышенным содержанием диоксида углерода [70].

Изменяется биота почвы и ее функционирование. Например, в зонах промышленных предприятий и жилой зоне г. Азова (Ростовская область) коэффициент дыхательной активности почвы значительно снижается, в рекреационных – возрастает. Это свидетельствует о меньшей активности микроорганизмов в первых двух ландшафтах. Кроме того, в этих же зонах увеличивается обсеменение

ненность микробами верхнего слоя почвы и снижается в более глубоких слоях [79].

В городах нарушается тепловой режим почвы. В жаркие летние дни асфальтовые покрытия, нагреваясь, отдают теплоту не только приземному слою воздуха, но и вглубь почвы. При температуре воздуха 26...27°C температура почвы под асфальтом на глубине 20 см достигает 34...37°C, а на глубине 40 см – 29...32°C. Зимой из-за уборки опавших листьев и снега городские почвы сильнее выхолаживаются и глубже промерзают. Так как асфальт имеет большую теплопроводность (т.е. способствует потере теплоты), на улицах городов, где регулярно проводят уборку снега, почвы охлаждаются до -10...-15 °C, что может привести к повреждению подземных коммуникаций.

Во многих крупных городах в верхних почвенных горизонтах наблюдается тенденция к формированию обширных термических аномалий с превышением температуры над фоновой на 2...6°C. Это обусловлено работой скважин технического водоснабжения, кондиционеров, наличием подземных обогреваемых помещений и т. п. [79].

Развитие и функционирование города обуславливают необходимость удаления снега, предупреждение наката и других гололедных явлений на объектах дорожного хозяйства. Твердые противогололедные химические вещества могут быть природными или искусственными. Их состав чаще всего неоднороден. Химические противогололедные вещества могут быть неорганическими, органическими и смешанными. Чаще применялась техническая соль (хлорид натрия).

До недавнего времени выбор противогололедных реагентов определялся в основном их стоимостью. При этом совершенно игнорировалось их влияние на природную среду и инженерные инфраструктуры. Это привело к значительному загрязнению почвы с

последующей деградацией растительных насаждений, к интенсификации разрушения дорожных покрытий, загрязнению водной среды. Многолетняя практика использования хлорида натрия привела к сильному засолению городской почвы, максимум которого приходится на весенний период – момент наиболее интенсивного таяния снега. В течение лета засоленность уменьшается за счет выноса легкорастворимых солей в нижележащие горизонты и грунтовые воды [79].

Город поглощает огромное количество органической массы, снятой с почвы, которая не возвращается в нее, а сжигается на свалках, нагромождается в виде мусорных куч. Значительный вред парковым биоценозам наносит сжигание листвы, в результате чего нарушается биогеохимический цикл питательных элементов почвы; почвы постепенно беднеют, состояние произрастающей на них растительности ухудшается. Кроме того, сжигание листвы приводит к дополнительному загрязнению атмосферы.

Начиная с 60-х годов XX века активно исследовались особенности загрязнения городских почв тяжелыми металлами. К настоящему времени для многих крупных городов мира составлены картосхемы и кадастры загрязнения почв тяжелыми металлами. Чаще всего анализируется загрязнение городских почв такими элементами, как Pb, As, Cu, Zn, Cd, Ni, Hg. По данным за 1998 г., по суммарному показателю загрязнения почв тяжелыми металлами 2,2 % населенных пунктов Российской Федерации было отнесено к категории чрезвычайно опасного загрязнения, 10,1 % – к категории опасного, а 6,7 % – умеренно опасного загрязнения. В последние годы в крупных промышленных городах России, в том числе и в Самарской области, наблюдается значительное снижение уровня полиметаллического загрязнения их почвенного покрова [6, 79, 106].

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите основные особенности городских почв.
2. В чем состоят трудности классификации городских почв?
3. Почему среди основных загрязнителей городских почв называют тяжелые металлы?

8. РАСТЕНИЯ И ЖИВОТНЫЕ В УРБЭКОСИСТЕМАХ

8.1. Растительность и флора городов

Ранние поселения и феодальные города находились в относительном равновесии с окружающей средой, поэтому для них была характерна выраженная индивидуальность в составе флоры и растительности, определяемая окружающими город аборигенными сообществами. Считается, что в настоящее время около 15 % видов растений являются общими для всех городов Европы, т.е. наблюдается определенная тенденция к «обезличиванию» растительности городов [79].

Городскую среду целесообразно подразделять на определенные блоки – экотопы, совокупность которых специфична для каждого населенного пункта. Однако единой классификации урбано-экотопов пока не разработано [98]. Предложено, в частности, выделять только пять категорий таких экотопов [79]:

- экотопы с полным отсутствием на них антропогенных воздействий;
- экотопы с ограниченным воздействием человека, в которых мест, непригодных для роста растений, не более 5 %;
- измененные и деградированные экотопы с преобладанием полустественной растительности;
- экотопы с сильными антропогенными изменениями и преобладанием синантропной растительности;

- экотопы, в пределах которых мест, полностью непригодных для растений (асфальт, бетонные площадки и т. п.), более 30 %.

На урбанизированных территориях можно выделять экотопы по структурно-функциональным признакам. В этом случае основными категориями экотопов любых населенных пунктов будут [79]:

- техногенные территории в зонах расположения промышленных предприятий;

- селитебные территории, занятые преимущественно многоэтажными жилыми домами;

- коммуникационные системы (улицы, дороги, проезды, проходы, тропы);

- газоны и клумбы;

- парки, леса и луга рекреационного пользования, находящиеся в границах города;

- районы личной застройки, дворы, дачи и огороды;

- кладбища и пустыри;

- зеленые защитные зоны вокруг городов, используемые городским населением для рекреационных целей.

Т. К. Горышина [22] приводит следующую классификацию городских насаждений.

1. Городские парки – сочетание зеленых насаждений (и обычно архитектуры малых форм) с дорогами, аллеями и водоемами, предназначенное для украшения местности, где отдыхают люди. Специфика городских парков состоит в их местоположении (внутри города) и разнообразии форм использования (парки культуры и отдыха, аттракционов, детские, зоологические, мемориальные и др.).

2. Сады – внутригородские насаждения меньших размеров, предназначенные для кратковременных прогулок, осмотра, спокойного отдыха.

3. Скверы – одна из наиболее распространенных форм городского озеленения. Это небольшие (до 1,5-2 га) участки территории, озелененные деревьями, кустарниками, газонами, с открытыми проходами, удобные для кратковременного отдыха «на ходу».

4. Бульвары – озелененные полосы вдоль улиц и набережных с отдельными дорожками для пешеходного движения.

5. Рядовые посадки вдоль улиц также очень распространенная форма озеленения. Для посадки вдоль тротуара обычно используется одна древесная порода, часто в стриженной форме, иногда сопровождаемая кустарником и полосой газона.

6. Внутриквартальные насаждения в центре города – это совсем небольшие участки растительности (иногда всего несколько деревьев и кустарников или даже одиночное дерево – солитер) во дворах жилых зданий или перед ними, на отдельных незастроенных пятнах и т.д.

7. Вертикальное озеленение – вьющиеся и лазящие растения на стенах и специальных опорах, а также декоративные растения на балконах зданий.

Формирование растительности в разных экотопах города существенно различается. В некоторых из них сохраняется естественная растительность, в других она почти полностью замещается искусственно сконструированными зелеными насаждениями. Коммуникационные системы служат основным каналом заноса в город новых видов растений. В селитебных районах нередко складывается полустественная растительность.

В условиях городской среды во флору вносятся много изменений. Во-первых, идет уничтожение естественной растительности и селективное подавление отдельных видов. Во-вторых, осуществляется интродукция новых видов деревьев, кустарников и трав. В-третьих, производится выборочная заготовка отдельных видов с отчуждением их биомассы [79].

Кроме того, идет стихийный процесс заноса на урбанизированные территории до того несвойственных данной местности видов растений. Растения, произрастающие в населенных пунктах, нередко рассматривают как *синантропные*, т.е. растения, расселение которых происходит под влиянием деятельности человека. В этом смысле понятие «синантропные растения» является синонимом *антропофитов* (растений, привнесенных человеком). Как правило, в группу растений городской флоры входят и *апофиты* (растения, первоначально растущие на данной территории). *Интродуцентами* называются виды как растений, так и животных, которые преднамеренно привнесены в определенный регион. *Инвазийными* видами являются растения и животные, которые активно натурализуются в данном регионе, нередко вытесняя местные виды. Термин «*адвентивный*» обычно применяют к растениям – это виды, чужеродные для данной местности (т. е. антропохоры), или виды, которые занесены случайно. *Антропохоры* – растения, непреднамеренно расселяемые человеком [79].

Урбанофлора (городская флора, флора городов) формируется в определенной степени спонтанно. С повышением плотности урбанизации падает степень покрытия территории растительностью. Минимальное покрытие обычно наблюдается в центре города. Несмотря на это, городские агломерации в целом имеют относительно более высокое число видов по сравнению с окружающей сельской местностью. Этому способствует гетерогенность экологической среды городов. Повышает число видов флоры наличие на территории города рек или других водоемов. Аналогичным образом сказывается и уровень развития транспортных сетей. Флоре крупного города свойственны определенные отличия от флоры окрестностей. Они выражаются в концентрации заносных видов в определенных местообитаниях и более легком про-

никновении новых видов вследствие возрастания степени нарушенности растительного покрова [28, 32, 33, 77].

Процесс формирования городской флоры усиливается также интродукцией декоративных и других форм, используемых для озеленения территории городов. Одновременно выражен процесс элиминации из флоры апофитов, многие из которых не приспособлены к обитанию в городской среде. В итоге видовое богатство урбанофлоры отражает соотношение этих двух тенденций [33].

Р. Виттиг с соавторами (цит. по [79]) предложили классификацию видов городской флоры по их происхождению и экологии. Они выделили пять групп:

- экстремальные урбанофобы – растения, не произрастающие в городах и встречающиеся там только случайно;

- умеренные урбанофобы – растения, произрастающие в городах только в местах, сохранивших естественную растительность, или в местах, почти не затронутых антропогенной трансформацией;

- урбанонейтральные виды – *убиквисты*, которые распространены по всем городским экотопам и отличаются широкими экологическими амплитудами по всем основным факторам;

- 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; некоторые из них имеют узкие амплитуды, например: индустриофилы, произрастающие в местах промышленной застройки; орбитофилы, произрастающие у вокзалов, и т. п.

Обычно в городской флоре преобладают представители семейств сложноцветных, злаков и крестоцветных. Чаще всего истинных синантропов в городской флоре не менее 60 %. Даже в не-

больших городах процесс синантропизации флоры идет очень активно, и доля антропофитов здесь чаще всего составляет не менее 20 %.

В целом флора городов изучалась многими исследователями. Известно, что в Москве произрастает 1460 видов растений, в Санкт-Петербурге – 645, в Барнауле – 565, в Херсоне – 964, в Мариуполе – 915, в Николаеве – 905, во Владивостоке (без пригородов) – 466, в Казани – 914, в Ульяновске – 1272, в Познани – 551, в Бирмингеме – 547 видов. В Москве известно 366 видов древесных растений, из которых только 43 относятся к местным видам. Преобладающими породами являются быстрорастущие клен американский и тополь черный (осокорь). В Одессе насчитывают около 1500 видов трав, деревьев и кустарников, из которых трав 879 видов. В прибрежном городе Пярну – 379 видов растений. Таким образом, видовое богатство урбанофлоры зависит от численности населения в городе, которая косвенно отражает занимаемую городом площадь. Обычно в южных городах видовое разнообразие растений больше, чем в северных. Здесь необходимо указать, что число видов в урбанофлоре постоянно увеличивается и приведенные цифры также возрастают с каждым годом [79].

Чрезвычайно нестабильна флора молодых городов, которые могут выступать своеобразными территориями для изучения влияния процессов урбанизации на растения. Например, в Воркуте оказалось, что списки видов растений, составленные с интервалом 1-3 года, имеют мало общего.

Урбанофлора (флора города, городская флора) – это совокупность всех видов сосудистых растений населенного пункта, которые проходят весь жизненный цикл или его начальную часть без вмешательства человека. Не относят к урбанофлоре ненатурализованные (то есть не способные к самостоятельному семенному или вегетативному размножению на новой территории) интроду-

центы, растения закрытого грунта (тепличные, оранжерейные, комнатные и т.п.) и растения, выращиваемые в ботанических садах в условиях интродукционного эксперимента [5, 93].

Пути формирования городской флоры могут быть сведены к 3 основным вариантам [32]:

1. *Креационный* вариант (от лат. creatio – созидание). Внутри городской территории человеком формируются различные насаждения, структура которых зависит от фитомелиоративных целей, исторических и национальных особенностей, определенных эстетических и агрономических признаков.

2. *Волюнтарный* вариант (от лат. voluntaries – доброволец, поступающий на службу). Присутствуют фрагменты городской территории, на которой после полного нарушения первоначально существовавших растительных сообществ естественно формируются новые, в состав которых первоначально будут входить лишь самые устойчивые, в основном рудеральные виды.

3. *Резидентный* вариант (от лат. residens – пребывающий). В городской среде могут сохраняться остаточные фрагменты естественных растительных сообществ, поглощенных городом в процессе его роста и в различной мере преобразованных в дальнейшем.

В качестве примера приведены данные по урбанофлоре г. Самары.

Флора г.о. Самара представлена 849 видами сосудистых растений, относящимися к 410 родам и 101 семейству [29]. Это составляет 47,3% от видового разнообразия флоры Самарской области [83]. Наибольшее число видов – 649 из 333 родов и 85 семейств – встречается на территории *естественных местообитаний*, которые вошли в состав города, но испытывают слабое антропогенное влияние [29]. Зеленые насаждения, существующие в таких местообитаниях, называются *резидентными* [33].

Флористические исследования показывают, что в резидентных насаждениях доминируют представители семейств Астровые (*Asteraceae*), Мятликовые (*Poaceae*) и Бобовые (*Fabaceae*), что характерно для региональной флоры в целом. Наиболее богаты видами роды Осока (*Carex*), Лапчатка (*Potentilla*), Ива (*Salix*), Вероника (*Veronica*), Фиалка (*Viola*), Колокольчик (*Campanula*), Мятлик (*Poa*), Полынь (*Artemisia*), Астрагал (*Astragalus*) и Василёк (*Centaurea*). Значительная часть видов растений естественных местообитаний имеет евразийский (27,0%) и европео-западноазиатский (13,4%) ареалы и относится к лесостепной (17,9%), луговой (14,9%), лесной (14,6%), лугово-лесной (8,3%) и степной (7,9%) ценоотическим группам [29].

Принадлежность растений к перечисленным ценогруппам указывает на расположение большей части г. Самары в лесостепной природно-географической зоне и только на крайнем ее юге – в степной зоне.

К числу резидентных относятся, например, растительные сообщества, встречающиеся на участке волжского склона от Студеного оврага до Коптева оврага. Это район Сорочинских гор, представляющих собой южное ответвление Сокольных гор Самарской области, расположенных в границах г. Самары. Растительный покров Сорочинских гор образован лесными, степными и луговыми сообществами. Однако около 75 % территории возвышенности занимают широколиственные леса с доминированием в древесном ярусе клёна платановидного *Acer platanoides* L., липы сердцевидной *Tilia cordata* Mill., дуба черешчатого *Quercus robur* L., вяза гладкого *Ulmus laevis* Pall., в подлеске – лещины обыкновенной *Corylus avellana* L. и бересклета бородавчатого *Euonymus verrucosus* Scop. Внутри массива из широколиственных пород и по боковым левобережным оврагам, относящимся к системе Коптева оврага, встречаются участки, занятые осинниками (*Populus tremula* L.)

и березняками (*Betula pendula* Roth). На крутых западных и смежных склонах Сорочинских гор на элювии известняковых пород и слаборазвитых почвах представлены сообщества каменистых степей. Кроме травянистых степей, здесь встречаются дерезняки – кустарниковые степи с участием сливы колючей *Prunus spinosa* L., караганы кустарниковой *Caragana frutex* (L.) K. Koch, вишни степной *Prunus fruticosa* Pall., спиреи городчатой *Spiraea crenata* L., миндаля низкого *Prunus tenella* Batsch, шиповников майского *Rosa majalis* Herrm. и иглистого *Rosa acicularis* Lindl. На безлесных западных склонах отмечаются отдельные экземпляры сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. В лесных массивах, прилегающих к берегу Саратовского водохранилища, преобладают тополь черный, или осокорь *Populus nigra* L. и вяз гладкий. Бечевник занимают свойственные околородным биотопам влаголюбивые травы: вербейник обыкновенный *Lysimachia vulgaris* L., дербенник иволистный *Lythrum salicaria* L., зюзник европейский *Lycopus europaeus* L., череда трёхраздельная *Bidens tripartita* L., рогозы узколиственный *Typha angustifolia* L. и широколистный *Typha latifolia* L., схеноплектус озёрный *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, мята полевая *Mentha arvensis* L., осока острая *Carex acuta* L., хвощ полевой *Equisetum arvense* L., тростник южный *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., ситник Жерара *Juncus gerardii* Loisel. и др. [19, 46].

Сложный рельеф, сформировавшийся под влиянием эрозионных, абразионных, карстовых и обвально-осыпных процессов, существенно затрудняет антропогенное освоение возвышенности и способствует сохранению раритетных растений. Среди них есть виды, занесенные в Красную книгу Российской Федерации: астрагал Цингера *Astragalus zingeri* Korzhinsky, молочай жигулёвский *Euphorbia zhiguliensis* (Prokh.) Prokh., рябчик русский *Fritillaria ruthenica* Wikstr., касатик карликовый *Iris pumila* L., пыльцеголовник красный *Cephalanthera rubra* (L.) Rich., келерия жёстколистная

Koeleria sclerophylla P. Smirn., ковыли перистый *Stipa pennata* L. и красивейший *Stipa pulcherrima* K. Koch, а также в Красную книгу Самарской области: кочедыжник женский *Athyrium filix-femina* (L.) Roth, костенец постенный *Asplenium ruta-muraria* L., хвойник двуколосковый *Ephedra distachya* L., горлицы весенний *Adonis vernalis* L. и волжский *Adonis volgensis* DC., ветреница алтайская *Anemone altaica* Fisch. ex C.A. Mey., прострел раскрытый *Pulsatilla patens* (L.) Mill., курчавка кустарниковая *Atraphaxis frutescens* (L.) Eversm., кизильник черноплодный *Cotoneaster melanocarpus* G. Lodd. и др. [39, 40, 47].

Здесь же произрастают виды, нуждающиеся в особом внимании к их состоянию и мониторинге на территории Самарской области: живокость клиновидная *Delphinium cuneatum* Stev. ex DC., зверобой изящный *Hypericum elegans* Steph. ex Willd., солонечник узколистный *Galatella angustissima* (Tausch) Novopokr., пижма жёстколистная *Tanacetum kittaryanum* subsp. *sclerophyllum* (Krasch.) Tzvelev, касатик ложноаировый *Iris pseudacorus* L., колокольчик Стевена *Campanula stevenii* M. Bieb. Выявлены реликтовые виды: бурачок ленский *Alyssum lenense* Adams, смолоносница татарская *Ferula tatarica* Fisch. ex Spreng., лазурник трёхлопастный *Laser trilobum* (L.) Vorkh., валериана клубненосная *Valeriana tuberosa* L., костёр Бёнекена *Bromus benekenii* (Lange) Trimen и др., а также эндемичные виды: наголоватка Ледебура *Jurinea ledebourii* Bunge, тимьян жигулёвский *Thymus zheguliensis* Klokov et Des.-Shost., качим Юзепчука *Gypsophila juzepczukii* Иконн., лён украинский *Linum ucranicum* Czern. ex Gruner, крупка северная *Draba hyperborea* (L.) Desv. и др. [19, 47, 84].

Следовательно, зеленые насаждения резидентного генезиса, подобные тем, что мы наблюдаем в Сорочинских горах, представляют исключительную ценность для улучшения условий среды

крупного, активно развивающегося города и сбережения компонентов его биоразнообразия.

Помимо естественных местообитаний на территории г. Самары существуют *искусственно сформированные местообитания*, которые представляют собой благоустроенные природные или целенаправленно созданные человеком земельные участки с зелеными насаждениями. В них произрастает 545 видов сосудистых растений из 323 родов и 91 семейства. 14,3% выявленных здесь видов присущи только этим местообитаниям; 36,5% видов составляют «ядро» урбанофлоры. Ведущими семействами являются Астровые, Розоцветные (*Rosaceae*), Мятликовые, Капустные (*Brassicaceae*), Бобовые, Гвоздичные (*Caryophyllaceae*), Яснотковые (*Lamiaceae*), Ивовые (*Salicaceae*), Сельдереиные (*Apiaceae*) и Бурачниковые (*Boraginaceae*), ведущими родами – Тополь (*Populus*), Ива, Осока, Мятлик, Рдест (*Potamogeton*), Колокольчик, Горец (*Persicaria*). Господство в родовом спектре рода Тополь связано с его активным использованием в системе озеленения жилой и промышленной частей города; присутствие родов Ива, Осока, Рдест и Колокольчик – признак родства с лесостепными и степными флорами; роды Мятлик и Горец отражают ход процесса *синантропизации*, то есть адаптации флоры к условиям среды, созданным или видоизмененным в результате деятельности человека. В искусственно сформированных местообитаниях получают распространение заносные, или иначе адвентивные виды растений (29,4% против 16,6% в естественных местообитаниях) [29].

Адвентивными (от лат. *adventus* – приход) называют виды, произрастающие за пределами своего естественного ареала, их появление на изучаемой территории представляет собой результат прямой или косвенной деятельности человека. В случае, если человек целенаправленно высаживает виды растений вне мест их

природного произрастания для достижения тех или иных хозяйственных целей, то говорят об *интродукции* видов [5, 82].

Большая часть адвентивных видов имеет евразийский, средиземноморский и североамериканский ареалы. Около половины адвентиков – это культивируемые виды и «беглецы» из культуры (*эргазиофитогиты*) – виды, целенаправленно культивируемые в Самарской области, но «ушедшие» из культуры и ныне самостоятельно заселяющие новые местообитания, обычно связанные с хозяйственной деятельностью человека. Среди местных (аборигенных) растений преобладают лесные (15,4%), луговые (14,3%) и лесостепные (13,8%) виды [29].

Зеленые насаждения, сформированные человеком на территории города, называются *креационными* (от лат. *creatio* – созидание). Большинство городских скверов, ряд парков («Парк Победы», «Молодежный», «Парк Дружбы», «Парк им. Щорса», «Струковский сад»), насаждения на улицах и бульварах, а также три очереди самарской набережной имеют креационное происхождение [32, 77].

Еще одним типом местообитаний растений в черте города являются *стихийно возникающие местообитания*. Это участки городской территории, на которых человек лишь косвенно повлиял на появление растений: районы новостроек и частного сектора, где не были проведены озеленительные работы, обочины и откосы дорог, дороги без твердого покрытия, насыпные пляжи, пустыри, свалки, карьеры, отвалы и иные техногенные участки. Они являются самыми урбанизированными и на них складываются самые экстремальные условия для аборигенных растений и благоприятные для урбанотильных растений [29].

Растительные сообщества, возникающие на таких участках, называются *волонтарными* (от лат. *voluntarius* – доброволец, поступающий на службу) [33, 77].

В стихийно возникающих местообитаниях г. Самары обнаружено 306 видов сосудистых растений, относящихся к 298 родам и 46 семействам. Вследствие избыточной освещенности, низкого содержания влаги в почве и атмосферном воздухе, высокой твердости субстрата и иных характеристик экотопа здесь не встречаются папоротники, а из голосеменных – только сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L., имеющая широкую экологическую амплитуду. Более половины семейств и родов волонтарных насаждений являются монотипными (содержащими 1 род в семействе и 1 вид в роде) и олиготипными (содержащими небольшое число родов в семействе и небольшое число видов в родах), что свидетельствует о сложности протекания процесса флорогенеза и значительной роли в нем миграции.

В сложении местных сообществ существенно повышается роль *рудеральных растений*, то есть таких растений, которые произрастают и приспособлены к произрастанию в антропогенных местообитаниях. Это, например, представители семейства Амарантовые (*Amaranthaceae*), в частности из родов Марь (*Chenopodium*), Лебеда (*Atriplex*), Бассия (*Bassia*), Оксизазис (*Oxybasis*) и Щирица (*Amaranthus*), которые эвритоппны и обладают высокой всхожестью семян и приживаемостью.

В условиях г. Самары, помимо рудеральных травянистых растений, для волонтарных насаждений обычны заросли клёна ясенелистного *Acer negundo* L. – интродуцента североамериканского происхождения, и вяза приземистого *Ulmus pumila* L. – интродуцента восточноазиатского происхождения, тогда как местные древесные виды практически никогда в них не участвуют. Содержание видов из числа «ядра» урбанofлоры составляет 64,9%, что почти в 2 раза выше, чем в естественных и искусственно сформированных местообитаниях. На долю адвентивных видов приходится 47,0% от общего числа видов, зафиксированных в стихийно

возникающих местообитаниях. Еще одной специфической чертой таких местообитаний является господство малолетних – однолетних (37,6%) и двулетних (8,5%) – травянистых растений и незначительное присутствие древесно-кустарниковых растений (8,5%), что указывает на неустойчивое состояние флоры и вторичный характер экотопов. Среди аборигенных видов возрастает роль эколого-ценотических групп с ксерофитными чертами: лесостепных, степных, лугово-степных и иных [33, 77].

Уточним, что зачастую городские зеленые насаждения развиваются путем смешения как минимум двух (резидентного, креационного или волюнтарного) путей генезиса. Так, «Центральный парк культуры и отдыха им. М. Горького» («Загородный парк») и «Парк им. Ю. Гагарина» состоят из фрагментов некогда существовавших здесь лесных массивов (на это указывают высоковозрастные экземпляры дуба черешчатого и клёна платановидного, имеющие нерегулярное, случайно-групповое размещение) и участков с более молодыми насаждениями, сформированных с использованием в разное время эксплуатации парковых массивов древесных интродуцентов. Поэтому зеленые насаждения этих парков можно назвать *резидентно-креационными*. Вполне обычны и такие ситуации, когда в искусственном насаждении креационного генезиса под пологом высаженных местных и интродуцированных видов древесных растений естественным путем формируется травостой либо происходит естественное внедрение различных местных видов трав в искусственно высеянный газон. В таком случае можно говорить о создании *креационно-волюнтарных* фитоценозов, примерами которых могут служить большинство парков и скверов г. Самары, участки уличных и бульварных посадок, насаждения в дендрарии ботанического сада Самарского университета, лесопосадки и др. Бывает и так, что фрагменты естественных растительных сообществ (насаждения резидентного генезиса) под действием

высокой рекреационной нагрузки утрачивают наиболее чувствительные виды по отношению к антропогенному воздействию, взамен подвергаются внедрению рудеральных видов, что приводит к формированию *резидентно-волюнтарных* растительных группировок [33, 77].

В заключение отметим, что флора является неотъемлемой частью архитектурно-планировочной системы города. Она выполняет важные экологические функции: улучшает микроклиматические показатели городского ландшафта (ионизирует и обогащает атмосферу кислородом и фитонцидами, очищает атмосферу от газов и пыли, защищает от резкого перепада температур, ветра, дождя, шума), повышает его эстетическую и рекреационную привлекательность. Высокое видовое разнообразие растений является основным фактором, обуславливающим разнообразие других организмов на территории города и, в конечном счете, устойчивость урбаноэкосистем.

8.2. Фитомелиоративная роль растений в городе

Фитомелиоративная роль растений в городской среде проявляется наиболее значимо и комплексно. Растения улучшают природно-климатические условия города, способствуют оздоровлению городской среды, очищая атмосферный воздух от токсичных газов и пыли, выделяя фитонциды, снижая уровень городского шума, проявление вибрации грунтов, напряженность электромагнитных полей и др. [21, 22].

Концепция экосистемных услуг, интенсивно развивающаяся начиная с конца XX в. [112, 113, 114], в настоящее время распространяется на рассмотрение различных сторон взаимодействия человечества с окружающими природными комплексами, включая функционирование урбосреды [111, 119, 120, 128]. В городской экосистеме преобладают различные формы инфраструктуры, ко-

которые предоставляют услуги людям, включая зеленую инфраструктуру, состоящую из естественных растительных систем и связанных с ними зеленых технологий [110]. Зеленая инфраструктура обеспечивает преимущественную реализацию регулирующих, поддерживающих и культурных экосистемных услуг, и в меньшей степени используется для реализации обеспечивающих услуг (рис. 8.1).

Система озеленения города играет наиболее важную роль в создании благоприятных микроклиматических условий окружающей человека среды. В условиях летнего перегрева проблема оздоровления городской среды с помощью регулирования температурного режима приобрела важнейшее значение из-за сложившейся в крупнейших городах тенденции на потепление климата.



Рисунок 8.1 – Услуги, оказываемые зелеными насаждениями в городской экосистеме (по [122], в редакции [26])

Зеленые насаждения способны существенно влиять на микроклимат, понижая температуру и увеличивая скорость движения воздуха, что в условиях жаркого лета благоприятно действует на организм человека и создает комфортность теплоощущения. Рас-

тения, прежде всего, воздействуют на радиационный режим, снижая интенсивность прямой солнечной радиации.

Охлаждающее действие зеленых насаждений в значительной степени объясняется расходом большого количества тепла на испарение и повышение относительной влажности воздуха. Листья имеют температуру значительно ниже температуры окружающего воздуха. Подсчет показал, что на 1 га со 198 деревьями бука, имеющими 23,6 млн. листьев, общая поверхность листвы составила 5,6 га, а 790 деревьев ели также на 1 га имели 4128 млн. хвоинок площадью 12,8 га [21].

Различные виды растений обладают способностью по-разному отражать, поглощать и пропускать солнечные лучи в зависимости от физиологического строения листьев, структуры, размеров кроны и т. д. Лучший эффект по снижению температуры дают деревья с крупными листьями (каштан, дуб, липа крупнолистная, клен остролистный, тополь серебристый, платан и др.).

На характерных для центра города небольших участках зеленых насаждений (скверы, бульвары) в сравнении с соседними участками застройки температуры воздуха ниже на 1-1,5°C, а радиационная температура – на 6-10°C. Температура воздуха внутри городского зеленого массива в среднем на 2-3°C ниже, чем в жилых дворах, на улицах и площадях.

Существующие нормы требуют в летние жаркие часы дня обязательное ограничение инсоляции на отдельных участках городской территории. Так, на детских игровых и спортивных площадках затеняется не менее 50% площади, отведенной для отдыха, и не менее 75% пешеходных дорожек и тротуаров. Эффект влияния озеленения на тепловой режим можно значительно увеличить, сочетая зеленые массивы и водоемы. Следует учитывать и еще одно свойство растений – сохранять зимой температуру поверхности

древесных стволов до 10°C, что при плотных посадках и снижении в массивах скорости ветра смягчает микроклимат.

Величина воздействия зеленых насаждений на тепловой режим городских территорий определяется [21]:

- образованием оптимальной системы городских зеленых насаждений, включающей разнообразные территории (по размерам, функциональному назначению, структуре, видовому составу растений, ландшафтными приемам организации и т. д.);

- клинообразным вводом вглубь застройки достаточно крупных зеленых массивов, имеющих связь с пригородными зелеными зонами;

- плотностью размещения деревьев и кустарников, обеспечивающей затенение не менее 50% занятой ими территории.

Микроклиматические условия считаются благоприятными для человека при относительной влажности воздуха 30-70%. Растительность, обладая большой испаряющей способностью, оказывает заметное влияние на влажность и температуру воздуха, вызывая положительные теплоощущения человека. Повышение относительной влажности воздуха почти всегда (за исключением дней с очень высокими температурами) воспринимается человеком как некоторое снижение температуры. Так, повышение влажности на 15% как бы понижает температуру воздуха на 3,5°C.

Относительная среднемесячная влажность воздуха среди зеленых насаждений парка выше на 4-9%, в сквере – на 3-5% по сравнению с территориями многоэтажной застройки. Даже небольшие участки внутриквартальной зелени заметно способствуют повышению относительной влажности воздуха. Умело применяя влаголюбивые растения и используя их качества, на территории с повышенной относительной влажностью (выше 70%) ее можно значительно снизить [21].

Используя древесно-кустарниковые растения, можно улучшить проветривание всей городской территории или отдельных ее частей, защитить городскую застройку от неблагоприятных ветров, регулировать движение воздуха, ослаблять и увеличивать скорость его перемещения, менять направление потока.

В условиях жаркого климата приобретают значение размеры листьев в кроне деревьев и кустарников. Чем меньше лист, тем больше тепловой энергии способна поглотить крона.

Ветрозащитное влияние неширокой плотной зеленой полосы из 8 рядов деревьев высотой 15-17 м и кустарников отмечается на расстоянии, равном 30-40 высотам деревьев, после чего скорость ветра достигает первоначальной величины. Ветрозащитная эффективность групп зеленых насаждений определяется их видовым составом, поперечным сечением массива, развитием крон, высотой, степенью ажурности растений, плотностью подлеска. Ветрозащитные насаждения могут быть в виде рядовых (регулярных) или групповых (нерегулярных) посадок [21].

Важной функцией зеленых насаждений является газообмен. Взрослый здоровый лес на площади 1 га поглощает 220-280 кг углекислого газа, выделяет в атмосферу 180-220 кг кислорода. В среднем 1 га зеленых насаждений поглощает за 1 ч около 8 л углекислоты (столько выделяют за это время 200 человек). На выделение кислорода влияют количество листы дерева и ее состояние. Дерево средней величины может обеспечить дыхание трех человек. Показатели газообмена в течение вегетационного периода у разных деревьев неодинаковы. Если эффективность газообмена у ели обыкновенной принять за 1, то у лиственницы она будет 1,18, у сосны обыкновенной – 1,64, у липы крупнолистной – 2,54, у дуба чешуйчатого – 4,5, у тополя берлинского – 6,91. Зная интенсивность фотосинтеза, а следовательно и эффективность газообмена и количество выделяемого у разных видов растений кислорода, следует подби-

рать оптимальные сочетания и количество деревьев и кустарников, необходимых, для озеленения городских территорий [21].

В последнее время более детально анализируется ситуация, связанная с присутствием в городской среде древесных растений (например, [115, 125]). Помимо несомненных преимуществ, с ними могут быть связаны проблемы и определенные риски для здоровья человека, сохранности городской инфраструктуры (рис. 8.2).

Важно осознавать, что сама городская среда претерпевает развитие, связанное с изменением характера застройки и развития транспортных систем и инженерных коммуникаций.



Рисунок 8.2 – Различные аспекты, связанные с присутствием в городской среде древесных растений либо их массивов (из [34], составлено по [115, 125] с дополнениями)

Это отчетливо проявляется на примере г. Самары, пережившей многократные рост населения и территории во второй половине XX в., достигнувшей за сравнительно короткий отрезок времени статуса крупного индустриального центра и города-миллионника. На рис. 8.3 кратко отражены особенности городского строительства и сопутствовавших ему систем озеленения в городе Самаре – Куйбышеве – Самаре с начала XX в, которые интересно проанализировать с позиций экосистемных услуг насаждений.



Рисунок 8.3 – Особенности городского строительства и сопутствовавших ему систем озеленения в городе Самаре – Куйбышеве – Самаре [26]

В начальный период зеленая инфраструктура обеспечивала реализацию всех групп экосистемных услуг, включая и обеспечивающие услуги (придомовые сады горожан). Позднее многократно усилилась значимость регулирующих услуг, направленных на смягчение микроклимата (ослабление летнего зноя, формирование тени, повышение влажности воздуха), ослабление шума, поглощение компонентов техногенного загрязнения воздуха. Естественным образом по мере роста населения актуализировалась необхо-

димось обеспечения отдыха и культурного развития горожан (культурные услуги). В современном городе, к сожалению, мы переживаем период естественной утраты многих компонентов «старой» системы озеленения, что стало результатом ускоренного старения древесных растений при хроническом, повторяющемся воздействии негативных абиотических факторов и антропогенного загрязнения. Свой вклад в угнетение состояния деревьев на городских улицах внесли сезоны с экстремальными погодными условиями (вспомним массовое выпадение деревьев *Betula pendula* после засушливого лета 2010 года).

Теоретически в целях сохранения экологического баланса после сноса аварийных деревьев требуется проведение компенсационных посадок деревьев с последующим уходом за ними. Однако из-за развития системы подземных коммуникаций компенсационную посадку деревьев не всегда возможно произвести непосредственно на месте снесенных деревьев.

Особенности конструкции создаваемых в последнее время уличных насаждений в г. Самаре, например, новые посадки по ул. Ново-Садовой, Московскому шоссе и др. показывают их ориентированность не столько на реализацию регулирующих услуг, сколько на достижение эстетического эффекта (культурные услуги). В таком случае для регулирования условий городского микроклимата, снижения поверхностной радиации и температуры в летний зной стоит продумать целесообразность использования в г. Самаре новых форм насаждений («зеленые стены» и др.), уже применяемых за рубежом. Многократно возрастает и значимость городских лесов, которые в таких условиях становятся главным звеном в реализации регулирующих услуг, а также наращивают свою роль в реализации культурных услуг (рекреация) и продолжают быть высоко значимыми в реализации поддерживающих услуг (сохранение биологического разнообразия, круговорот веществ, первичная продукция) [26].

8.3. Животные в городе

Обычно формирование фауны городов включает в себя так называемые вобранные виды и виды, заселившие города с косвенным или прямым участием человека. Некоторые виды животных уже давно поселились на данной территории и стали составной частью местной фауны. Строго говоря, их уже нельзя назвать адвентивными. В отличие от растений время поселения и происхождения их только в редких случаях точно известны. В городах довольно много видов, аналогичных археофитам (попавшим в данный район еще до Средневековья). Это, например, рыжий и черный тараканы, домовый сверчок, сахарная чешуйница, постельный клоп. Они уже причисляются к средневропейской фауне. Только в отношении сравнительно небольшого их числа можно говорить о сознательном завозе; большинство же завезены непреднамеренно, но активно распространились [79].

Богатство составов энтомофауны городов объясняется разнообразием условий обитания. Массивы частных приусадебных участков, находящиеся в городской среде, могут рассматриваться как резерват для сохранения видового разнообразия насекомых в городских условиях. Этому способствует как наличие большого количества кормовых растений фитофагов, так и уменьшение обработки возделываемых культур химическими препаратами. Во внутригородских районах доминируют мелкие виды, которые, вероятно, лучше выдерживают хозяйственную деятельность и уход за зелеными насаждениями, а также воздействие избыточного количества птиц. Исследования других групп жуков, пауков, мокриц и многоножек дали сходные результаты, что говорит о повышенной способности мелких видов к переселению [79].

В Центральной Европе до 70% местной герпетофауны включается в состав обитателей урбанизированных территорий, где они связаны с зелеными насаждениями и водоемами. Аналогичная си-

туация складывается в городах европейской части России, в частности в городах Поволжья (Казани, Саратове, Саранске, Нижнем Новгороде и др.).

Городские популяции птиц часто характеризуются высокой численностью, плотностью населения и плодовитостью, что объясняется обилием корма и отсутствием (или малой численностью) хищников. По тем же причинам высокая численность характерна и для заселяющих города несинантропных грызунов.

Показатели суммарного обилия птиц и биомассы увеличиваются в ряду: открытые пространства – лесопарки – водоемы и их окрестности – городские парки – скверы и бульвары – районы одноэтажной индивидуальной застройки – районы новой многоэтажной застройки – районы старой многоэтажной застройки.

На 1985 год в Москве в пределах Московской кольцевой автодороги зарегистрировано 190 видов диких наземных позвоночных животных (без пролетных и залетных птиц): 43 вида млекопитающих, 130 видов гнездящихся птиц и 3 вида предположительно гнездящихся, 4 вида пресмыкающихся, 10 видов земноводных. Эти данные свидетельствуют о том, что даже на такой предельно урбанизированной, плотно населенной, перенасыщенной автотранспортом и различными промышленными и коммунальными объектами городской территории разнообразие животного мира пока остается высоким. Прежде всего, это обусловлено сохранением различных природных ландшафтов (мозаичностью среды), сравнительно малонарушенных лесных насаждений, а также высокими адаптивными способностями некоторых видов к существованию в городе. В относительно благополучном положении находятся лесные животные, чьи местообитания представлены здесь более чем на 10000 га и отличаются весьма большим биотопическим разнообразием [79].

В городах и поселках средней полосы России господствуют полевая мышь вместе с восточноевропейской (реже с обыкновенной) полевкой, а в людных районах Дальнего Востока – с дальневосточной полевкой. В окружающих их плакорных природных биотопах эти виды не доминируют. В населенных пунктах аридных районов юга России, Забайкалья, юга Украины, Казахстана и Центральной Азии домовая мышь, обычная в постройках, господствует и под открытым небом. На Сахалине вне построек преобладает серая крыса [79].

Изменения, связанные с урбанизацией, не всегда негативны для животных. Особенности городской архитектуры открывают широкие возможности для поселения многих видов птиц. Известно, например, что расселение некоторых видов, гнездящихся в скалах, прямо связано с распространением каменной архитектуры (стриж, сизый голубь). Плотная застройка создает в городах благоприятный микроклимат, что служит причиной формирования оседлых городских популяций некоторых птиц. Во многих городах водоемы становятся прибежищем многочисленных видов птиц. Нередко на них формируются целые популяции отдельных видов. Некоторые птицы полностью порывают связи с исходными сообществами. Известно, что в Европе ряд видов птиц (черный и певчий дрозды, вяхирь и др.) в древесных насаждениях городов и других типов поселений человека достигают большей численности и плотности населения, чем в естественных биотопах. При этом отмечается формирование замкнутого городского населения или обособление оседлых урбанистических популяций отдельных видов (кряква, серая ворона, сорока, большая синица, лазоревка, зеленушка и др.) [79].

Богатая городская фауна удовлетворяет эстетические запросы человека, способствует возникновению устойчивых, саморегулирующихся систем, поддерживая, в частности, сохранность зеленых

насаждений – почти единственных источников кислорода в урбанизированной среде. Не всегда естественное формирование городской фауны благоприятно для человека: некоторые птицы повреждают фруктовые сады и виноградники; многие из них, поселяясь вблизи аэропортов, создают ощутимые помехи авиации; иногда животные могут быть источниками инфекций. К последней категории относятся и активно внедряющиеся в городскую и пригородную среду популяции одичавших собак и кошек. В силу этих причин стихийному формированию фауны городов и промышленных районов необходимо противопоставить направленное ее создание на основе знания экологии отдельных видов, формирования сложных растительных сообществ (пока озеленение ведется без экологических обоснований), экологической коррекции архитектурных форм и т. п. [79].

В качестве примера городской фауны приведем сведения по г. Самаре.

В черте г.о. Самара зарегистрировано около 2 тысяч видов животных. Из них более 1,5 тысяч – это беспозвоночные, около 220 видов – позвоночные [97]. Птицы (класс *Aves*), млекопитающие (класс *Mammalia*), земноводные (класс *Amphibia*) и пресмыкающиеся (класс *Reptilia*) обращают на себя внимание городского жителя более других представителей животного мира [97].

На территории городского округа насчитывается 127 видов птиц из 16 отрядов [97]. Здесь постоянно обитают: полудомашний голубь сизый *Columba livia*, воробей домовый *Passer domesticus* и воробей полевой *Passer montanus*, ворона серая *Corvus cornix*, а в последние годы – грач *Corvus frugilegus*, галка *Coloeus monedula* и синица большая *Parus major*. В мае, с приходом тепла и появлением большого количества насекомых, районы с многоэтажной застройкой заселяет стриж чёрный *Apus apus*, на тротуарах и уличных газонах можно встретить трясогузку белую *Motacilla alba*, на

окраинах города, в частном секторе с подсобным хозяйством, в окрестностях складов и заводских помещений – ласточек городскую *Delichon urbicum* и деревенскую *Hirundo rustica*. На городские водоемы (Воронежские пруды, пруды в парке им. Ю. Гагарина, у ТЦ «Пирамида», в ботаническом саду и др.) весной прилетает дикий предок домашней утки – кряква *Anas platyrhynchos*; здесь птицы собираются в значительном количестве, выводят птенцов и нередко остаются до морозов.

На озерах-старицах в речных поймах Волги, Самары и Татьянки, на плакорных озерах, запруженных овражных системах, копаных прудах и техногенных водоемах, разбросанных по территории города, а также в непосредственной близости к ним с апреля до наступления холодов отмечается большое разнообразие водоплавающих и околоводных птиц из разных таксонов. Среди них наиболее распространены цапля серая *Ardea cinerea* и выпь большая *Botaurus stellaris*; чирок-трескунок *Anas querquedula*, нырок красноголовый *Aythya ferina* и чернеть хохлатая *Aythya fuligula*; лысуха *Fulica atra*, коростель *Crex crex* и камышница обыкновенная *Gallinula chloropus*; кулик-сорока обыкновенный *Haematopus ostralegus*, чибис *Vanellus vanellus*, зуёк малый *Charadrius dubius*, веретенник большой *Limosa limosa*, поручейник *Tringa stagnatilis*, чайки – озёрная *Chroicocephalus ridibundus*, серебристая *Larus argentatus* и сизая *Larus canus*, крачки – речная *Sterna hirundo*, чёрная болотная *Chlidonias niger* и малая *Sternula albifrons*; поганка черношейная *Podiceps nigricollis* и поганка большая, или чомга *Podiceps cristatus*. Мелкие птицы представлены видами трясогузка жёлтая *Motacilla flava* и трясогузка жёлтоголовая *Motacilla citreola*, варакушка *Luscinia svecica*, сверчок речной *Locustella fluviatilis*, камышовка болотная *Acrocephalus palustris*, ремез обыкновенный *Remiz pendulinus*, овсянка камышовая *Emberiza schoeniclus* и дубровник *Emberiza aureola*. В обрывистых речных берегах, стенках

оврагов и старых карьеров роет длинные норы ласточка береговушка *Riparia riparia*. В черте города над Саратовским водохранилищем и в районе Царевщинских стариц охотятся крупные хищные птицы – скопа *Pandion haliaetus* и орлан-белохвост *Haliaeetus albicilla*, а над береговыми зарослями озерной травы промышляет лунь болотный *Circus aeruginosus*. Изредка весной и в начале лета на Саратовском водохранилище (остров Зелёный) или в устье р. Самары можно наблюдать нетипичных для нашей местности птиц – молодых бакланов больших *Phalacrocorax carbo*, которые мигрируют из низовьев Волги вверх вдоль ее русла в поисках пищи [38, 45, 85, 97].

В городских парках, скверах, садах, лесополосах, лесных массивах и на их опушках в теплое время года можно увидеть и услышать: зарянку *Erithacus rubecula*, соловья обыкновенного *Luscinia luscinia*, горихвостку обыкновенную *Phoenicurus phoenicurus*, конька лесного *Anthus trivialis*, дроздов – чёрного *Turdus merula*, певчего *Turdus philomelos*, рябинника *Turdus pilaris* и белобровика *Turdus iliacus*, славок – садовую *Sylvia borin*, черноголовую *Sylvia atricapilla* и серую *Sylvia communis*, пеночек – весничку *Phylloscopus trochilus*, теньковку *Phylloscopus collybita*, трещотку *Phylloscopus sibilatrix* и зелёную *Phylloscopus trochiloides*, мухоловок – серую *Muscicapa striata*, пеструшку *Ficedula hypoleuca* и белошейку *Ficedula albicollis*, иволгу обыкновенную *Oriolus oriolus*, скворца обыкновенного *Sturnus vulgaris*, зяблика *Fringilla coelebs*, дубоноса обыкновенного *Coccothraustes coccothraustes*, щегла обыкновенного *Carduelis carduelis*, зеленушку обыкновенную *Chloris chloris*, коноплянку *Linaria cannabina*, чечевицу обыкновенную *Carpodacus erythrinus* сойку *Garrulus glandarius* и сороку *Pica pica* (Corvidae). Здесь же обитают: кукушка *Cuculus canorus*, горлицы – обыкновенная *Streptopelia turtur* и кольчатая *Streptopelia decaocto*, клинтух *Columba oenas*, лесной

кулик вальдшнеп *Scolopax rusticola*, сова ушастая *Asio otus* и вертишейка *Jynx torquilla* [45, 63, 97].

В холодное время года, кочуя или мигрируя, на покрытых древесной растительностью территориях появляются: ополовник *Aegithalos caudatus*, московка *Periparus ater*, клёст-сосновик *Loxia pytyopsittacus*, снегирь *Pyrrhula pyrrhula*, чиж *Spinus spinus*, чечётка обыкновенная *Acanthis flammea*, королёк жёлтоголовый *Regulus regulus*, сыч воробьиный *Glaucidium passerinum* и даже полярная белая сова *Bubo scandiacus* [57, 97].

На протяжении всего года в черте города в Самарских лесах обитают: неясыть серая *Strix aluco*, дятлы – большой пёстрый *Dendrocopos major*, малый пёстрый *Dryobates minor*, зелёный *Picus viridis*, чёрный, или желна *Dryocopus martius*, сорокопут-жулан *Lanius collurio*, гаичка черноголовая *Poecile palustris* и гаичка буроголовая *Poecile montanus*, лазоревка *Cyanistes caeruleus*, синица хохлатая *Lophophanes cristatus*, поползень обыкновенный *Sitta europaea*, пищуха обыкновенная *Certhia familiaris*, овсянка обыкновенная *Emberiza citrinella* и овсянка садовая *Emberiza hortulana*, а также ворон *Corvus corax* [45, 97].

С приходом зимы в Самару прилетают свиристели *Bombycilla garrulus*. Они выводят птенцов в северных районах России, но при похолодании стайками откочевывают на юг в поисках зимней пищи – ягод рябины, боярышника и калины. Вновь в городе свиристели появляются в феврале на обратном пути следования на север [97].

Значительно разнообразие птиц, встречающихся на открытых пространствах городского округа. Над луговыми и степными участками, полями, открытыми участками между лесными массивами охотятся лунь полевой *Circus cyaneus*, ястреб-тетеревятник *Accipiter gentilis*, ястреб-перепелятник *Accipiter nisus*, пустельга обыкновенная *Falco tinnunculus*, кобчик *Falco vespertinus*, чеглок

Falco subbuteo; высоко в небе можно увидеть парящими и высматривающими добычу коршуна чёрного *Milvus migrans* и канюка обыкновенного *Buteo buteo*, к которым зимой добавляется прилетевший из мест своего летнего обитания (тундры и лесотундры) канюк мохноногий, или зимняк *Buteo lagopus*. Над территорией города во время миграций появляются сапсан *Falco peregrinus* и балобан *Falco cherrug*. Большинство ястребиных и соколиных улетают на зимовку в теплые края. Только тетеревиный и перепелятник ведут оседлый образ жизни [45, 63, 97, 108].

Открытые местообитания в пригороде с появлением первых проталин занимают и более мелкие пернатые: жаворонок полевой *Alauda arvensis*, жаворонок лесной *Lullula arborea*, перепел обыкновенный *Coturnix coturnix*, щурка золотистая *Merops apiaster*. Очень редко в окрестностях города можно увидеть удода *Upupa epops* и сизоворонку *Coracias garrulus* [97].

Следует отметить, что за последние годы снизили численность 19 видов птиц: воробей полевой, ласточка городская, чайки (серебристая и сизая), скворец обыкновенный, дрозды (певчий и белобровик), жаворонок рогатый, синица-московка, гаичка черноголовая, иволга обыкновенная, жулан обыкновенный, славка серая, пеночка-теньковка, мухоловка-пеструшка, коршун чёрный, кобчик, пустельга обыкновенная, сыч домовый. К факторам, лимитирующим их численность, в первую очередь следует отнести сильный пресс врановых и возросшую конкуренцию с более пластичными видами птиц. Вместе с тем 23 вида увеличили численность. Среди них: голубь сизый, ворона серая, грач, галка, стриж чёрный, синица большая, кряква, трясогузки (белая и жёлтая), сойка, чайка озёрная, цапля серая, перепелятник, чеглок, горлица кольчатая, козодой обыкновенный, сойка, горихвостка-лысушка, дрозд-рябинник, зяблик, щегол, зеленушка, овсянка тростниковая. К числу факторов, оптимизирующих их численность, принадле-

жат: изменение структуры кормовой базы ряда видов-синантропов; подкормка птиц населением в зимнее время и развешивание дуплянок весной; наличие в черте города парков, скверов, ботанического сада и других зеленых массивов; исключение инсектицидов из арсенала сельхозпроизводств, расположенных в окрестностях города; вымерзание старых деревьев, обеспечивающих птиц-дуплогнездников жилищем [97].

Млекопитающие г.о. Самара представлены 45 видами из 6 отрядов [97]. Облигатными синантропами, то есть организмами, тесно связанными с человеком и за пределами его поселений обычно не встречающимися, являются: мышь домовая *Mus musculus*, крыса серая *Rattus norvegicus*, кошка домашняя *Felis catus* и собака домашняя *Canis lupus familiaris* [97, 100].

Наибольшее число видов млекопитающих приурочено к лесным массивам, их опушкам, просекам и городским лесопаркам. Среди них ёж белогрудый *Erinaceus concolor*, крот европейский *Talpa europaea*, бурозубка обыкновенная *Sorex araneus*, белозубка малая, ушан бурый *Plecotus auritus*, кожанок северный *Eptesicus nilssonii*, нетопырь средиземноморский *Pipistrellus kuhlii*, белка обыкновенная *Sciurus vulgaris*, соня-полчок *Glis glis* и соня лесная *Dryomys nitedula*, мыши – полевая *Apodemus agrarius*, малая лесная *Apodemus uralensis*, желтогорлая *Apodemus flavicollis*, полёвка обыкновенная *Microtus arvalis*, слепушонка обыкновенная *Ellobius talpinus*, ласка *Mustela nivalis*, хорёк лесной *Mustela putorius*, куница лесная *Martes martes*, барсук *Meles meles*, заяц-русак *Lepus europaeus*, лисица обыкновенная *Vulpes vulpes*. Очень редко в лесных массивах можно обнаружить следы жизнедеятельности (помёт, отпечатки копыт, порои) по-настоящему крупных млекопитающих, таких как лось европейский *Alces alces*, косуля сибирская *Capreolus pygargus* и кабан *Sus scrofa* [73, 75, 76, 97, 99].

На облесенных слонах Сокольных и Сокских гор выявлены поселения суслика большого *Spermophilus major* [97]. Сюда же в пещеры и штольни, а также на чердаки городских зданий, на зимовку прилетают 10 видов летучих мышей: нетопырь-карлик *Pipistrellus pipistrellus* и нетопырь Натузиуса *Pipistrellus nathusii*, ночницы – прудовая *Myotis dasycneme*, водяная *Myotis daubentonii*, усатая *Myotis mystacinus*, Наттерера *Myotis nattereri*, вечерницы – рыжая *Nyctalus noctula* и малая *Nyctalus leisleri*, кожаны – двухцветный *Vespertilio murinus* и поздний *Eptesicus serotinus* subsp. *serotinus* [27, 97].

В траве по берегам озер можно заметить шаровидные гнезда мыши-малютки *Micromys minutus*. В берегах пойменных водоемов, среди корней деревьев и кустарников у кромки воды роет норы ведущая полуводный образ жизни полёвка водяная *Arvicola amphibius*, а на Сорокиных хуторах в обрывистых берегах вдоль акватории Саратовского водохранилища – норка европейская *Mustela lutreola* [74, 97].

На открытых лесостепных участках Сокольных гор и Студёного оврага, имеющих выходы известняка в виде мелкого щебня и каменной крошки, обитает слепушонка обыкновенная *Ellobius talpinus* [76].

На пригородных полях и прилегающих к ним приусадебных участках селится хомяк обыкновенный *Cricetus cricetus*. Обитателями приусадебных участков в частном секторе могут также являться ёж белогрудый, буроzubка обыкновенная, белозубка малая, соя-полчок, соя садовая *Eliomys quercinus*, на чердаках и в щелях домов в светлое время суток прячутся ушан бурый, кожанок северный и нетопырь средиземноморский [97].

К числу факторов, снижающих численность млекопитающих на территории городского округа, без сомнения можно отнести: резко возросший в последние годы уровень рекреационной

нагрузки на природные биотопы и, как следствие, их разрушение и уничтожение; несоблюдение правил эксплуатации береговой зоны; увеличение транспортного потока [97].

Класс Земноводные представлен небольшим числом видов. Обычными амфибиями в черте города являются: жаба зелёная *Bufo viridis*, лягушка остромордая *Rana arvalis*, лягушка озёрная *Pelophylax ridibundus*, чесночница Палласа *Pelobates vespertinus*. Резко сокращают численность тритон обыкновенный *Lissotriton vulgaris* и жерлянка краснобрюхая *Bombina bombina*. Редки лягушка прудовая *Pelophylax lessonae* и лягушка травяная *Rana temporaria* [3, 4, 62, 96]. Последний вид внесен в Красную книгу Самарской области [41].

Основными причинами, уменьшающими численность этих животных, следует считать загрязнение, зарастание, обмеление и уничтожение водоемов, а также бетонирование их берегов [97].

В городе обитают 7 видов пресмыкающихся из отряда Squamata – Чешуйчатые. Самые массовые виды, встречающиеся на всей его территории, – это ящерица прыткая *Lacerta agilis* и уж обыкновенный *Natrix natrix*. Ящерица прыткая предпочитает селиться на волжских склонах, лесных опушках и вблизи дачных участков, тогда как плотность популяции ужа обыкновенного выше в поймах рек Сок и Самара, на волжских островах [3, 4, 97].

Подлежат охране в Самарской области, встречающиеся в городской черте, уж водяной *Natrix tessellata*, полоз узорчатый *Elaphe dione*, медянка обыкновенная *Coronella austriaca* и гадюка Никольского *Vipera nikolskii*. Ящерица веретеница ломкая *Anguis fragilis* не включена в региональное издание Красной книги, но нуждается в постоянном контроле и наблюдении на территории Самарской области. К числу лимитирующих факторов относят антропогенное преобразование местообитаний этих животных, со-

кращение кормовой базы, высокую рекреационную нагрузку и, наконец, прямое истребление [41].

Сведения по другим фаунистическим группам, в частности по классу Насекомые, представлены в книге «Фауна города Самары» [97].

Вопросы для самоконтроля:

1. В чем заключается фитомелиоративная роль городских зеленых насаждений?
2. Какие экологические группы растений выделяют в городах?
3. В чем состоит специфика флоры г. Самары?
4. Какие позвоночные животные обитают в г. Самаре?
5. В чем заключается положительная и отрицательная роль животных в урбосреде?

9. ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Источниками загрязнения городской среды являются любые объекты производственной и бытовой деятельности людей, приносящие загрязнения в атмосферный воздух, водные объекты, почву и грунты города. Выделяют две основные группы загрязнений – материальные и энергетические. Материальные загрязнения разделяют по агрегатному состоянию на газо- и парообразные, жидкие и твердые. К материальным загрязнениям относятся химические (в том числе радиоактивные) и биологические вещества. Биологические вещества – это различные виды микроорганизмов. Загрязняющее вещество иначе называют токсичное, опасное, вредное вещество, примесь, поллютант (от англ. pollution – загрязнение) [101].

По степени опасности химического воздействия на организм человека все загрязняющие вещества разделяются на классы опасности. В зависимости от токсичности, кумулятивности (от лат. *comulo* – накапливаю), способности вызывать отдаленные эффекты, лимитирующего показателя вредности в России выделены четыре класса опасности загрязняющих веществ: чрезвычайно опасные; высокоопасные; опасные; умеренно опасные. Классификация загрязняющих веществ в разных странах различна. Воздействие на организм человека большинства загрязняющих веществ хорошо изучено и описано в литературе [101].

Энергетическими или физическими загрязнениями являются все виды энергии, оказывающие негативное влияние на человека и другие организмы: тепло, вибрация, шум, электромагнитные поля, ионизирующее излучение. Некоторые загрязняющие вещества и физические факторы вызывают изменения в организме на клеточном уровне. К ним относятся:

- канцерогены – вещества или физические агенты, вызывающие и развивающие злокачественные образования;

- мутагены – вещества или факторы, вызывающие мутацию, то есть изменение наследственных свойств организма;

- тератогены – вещества или физические факторы, воздействующие на плод и вызывающие у организмов в процессе их развития уродства.

Некоторые загрязняющие вещества могут быть скрытыми мутагенами, они превращаются в мутагены в пищеварительном тракте человека и животных. Онкологическая заболеваемость людей является основным медицинским показателем неблагополучия экологической обстановки города [101].

Известным канцерогеном является бенз(а)пирен. Его средне-суточная ПДК в воздухе составляет 0,1 мкг/100 м³. К особо ядовитым веществам (суперэкоотоксикантам) относятся диоксины и фу-

раны. Они обладают канцерогенным, мутагенным и тератогенным действием (вызывают образования опухолей, врожденные аномалии, внутриутробные смерти детей). Диоксины и фураны – две большие группы полихлорированных дибензодиоксинов и полихлорированных дибензофуранов (всего известно 210 изомеров этой группы). Эти вещества весьма стойки, период их полураспада – 25 лет. Они выделяются в процессе разложения пластических масс и полимерных материалов. Источниками загрязнения окружающей среды диоксинами и фуранами являются мусоросжигательные установки, печи сжигания ТЭЦ и т.п. К супертоксикантам относят и некоторые тяжелые металлы (Cd, Hg, Pb) [101].

Известен обширный класс веществ, вызывающих аллергические реакции. Аллергия – повышенная чувствительность или реактивность организма к тому или иному веществу (аллергену). Аллергенами могут быть болезнетворные и неболезнетворные микробы и вирусы, домашняя пыль, шерсть животных, пыльца растений, лекарственные препараты, химические вещества (бензин, хлорамин и т.п.), а также продукты питания. Но особенно часто аллергия возникает на фоне общего загрязнения городской среды [101].

Особую опасность приобрело загрязнение городской среды выбросами автотранспорта. Она обусловлена непосредственной близостью источников загрязнения к жилым районам; расположением источников загрязнения вблизи земной поверхности, в результате чего отработавшие (выхлопные) газы скапливаются в зоне дыхания людей. Особенно высокое содержание отработавших газов автотранспорта скапливается на уличных перекрестках перед светофором, где двигатели автомобилей работают на богатых смесях. В районах с узкими улицами и высотными домами выхлопные газы рассеиваются медленно и вызывают хронические отравления

людей, длительное время находящихся на воздухе (инспектора дорожного движения, уличные торговцы и др.) [81].

В состав отработанных газов входят в основном газообразные вещества и небольшое количество твердых частиц, находящихся во взвешенном состоянии, всего более 200 веществ. К нетоксичным веществам отработанных газов относятся: азот, кислород, пары воды, к токсичным веществам – оксид углерода, углеводороды, оксиды азота, оксид серы, альдегиды, бенз(а)пирен, сажа, свинец и др. Основной вклад в суммарную токсичность отработанных газов карбюраторных двигателей вносят оксид углерода, оксиды азота, углеводороды, а дизельных – оксиды азота, углеводороды, оксид серы и сажа [81].

В зависимости от природы загрязняющих веществ и природных сред, в которых они распространяются, выделяют виды загрязнения.

1. Загрязнение воздуха

Загрязнение воздуха – это внедрение в воздух вредных субстанций, что оказывает негативное влияние на состояние окружающей среды, а также на человека. В результате воздух перестает быть чистым. В частности, в воздух выбрасываются углеводороды, различные органические соединения, частички пыли, газы. Это может привести к негативным последствиям для здоровья человека и состояния животных и растений.

Основные источники загрязнения атмосферного воздуха вредными веществами в городах – это транспортный и теплоэнергетический комплексы, промышленные предприятия цветной и черной металлургии, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, машиностроения, стройиндустрии, пищевой промышленности, газовой промышленности, а также жилищно-коммунальное хозяйство. Основным источником загрязнения атмосферного воздуха является автомобильный транспорт. Сум-

марный объем выбросов загрязняющих веществ на территории РФ составляет 35 млн. т в год, из них 60% приходится на автотранспортный комплекс и 40% на выбросы предприятий промышленности. Значительный вклад в загрязнение воздуха городов вносят теплоэнергетические предприятия: ТЭС, отопительные и производственные котельные [101].

Однако загрязнение воздуха может происходить и по не зависящим от человека причинам. В частности, извержения вулканов или лесные пожары также могут привести к серьезному загрязнению воздуха в урбосреде.

На сайте <https://waqi.info/ru/> представлено загрязнение воздуха в городах мира (индекс качества воздуха) в режиме реального времени.

2. Загрязнение воды

Загрязнение воды – это поступление в реки, моря, океаны, озера и подземные воды различных загрязняющих веществ, что приводит к негативным последствиям для экосистемы водоемов. Вода считается вторым самым загрязненным природным ресурсом после воздуха. В пределах городов водные объекты загрязняются промышленными сточными водами, веществом поверхностного стока, поллютантами, переносимыми ветром и оседающими из воздуха [106].

3. Загрязнение геологической среды

Загрязнение геологической среды – это привнесение и накопление в компонентах геологической среды городов (понижениях рельефа, горных породах, водах поверхностной и подземной гидросферы) твердых, жидких, газообразных отходов строительного, промышленного, хозяйственного производства, добычи полезных ископаемых и др. в количествах, оказывающих вредное воздействие на среду обитания [90, 106].

4. Загрязнение почв

Загрязнение городских почв происходит в результате попадания в них загрязнителей от самых разных техногенных источников. Среди них наиболее значимы промышленные предприятия, добыча полезных ископаемых, функционирование транспортных систем, химизация сельского хозяйства, сжигание топлива и др. Таким образом, загрязнение почвы в городе прямо или косвенно связано с деятельностью человека, а вред наносится биосфере в целом (почвенной биоте, растениям, животным и человеку через пищевые цепи) [106].

5. Шумовое загрязнение

Шумовое загрязнение означает высокий уровень шума, который приводит к дискомфорту для человека и животных. Уровень громкости звука измеряется в децибелах. Если уровень громкости превышает определенные значения, то принято говорить о шумовом загрязнении. Согласно нормам Всемирной организации здравоохранения рекомендованный уровень шума на предприятиях не должен превышать 75 децибел. Уровень шума свыше 100 децибел может привести к потере слуха.

Источники шумового загрязнения воздушной среды города – это, в первую очередь, автомобильный транспорт, а также железнодорожный, авиационный и электротранспорт. Свой вклад в шумовое загрязнение вносят промышленные, строительные, дорожные, погрузочно-разгрузочные, бытовые и прочие машины и агрегаты. На селитебной территории города источниками шума являются сооружения транспортной инфраструктуры, объекты спорта и торговли: автомагистрали, автобусные, троллейбусные и железнодорожные вокзалы, аэропорт, физкультурно-оздоровительные сооружения открытого типа, торговые комплексы, рынки [101].

6. Тепловое загрязнение

Тепловое загрязнение в пределах городов может проявляться в атмосфере и в водных объектах. В атмосфере городов образуется «остров тепла», что связано с поступлением тепловой энергии от разных источников, среди которых естественный источник тепла – солнце, а также работа промышленных предприятий, транспорта, городская отопительная система и др. Деятельность человека нарушает тепловой режим водных объектов города (сброс перегретых технологических вод от промышленных предприятий, поступление горячей воды от охладителей атомных станций, городские сточные воды) [48].

7. Световое загрязнение

Выделяют 5 видов светового загрязнения: нарушение освещения, чрезмерное освещение, яркий свет, световой беспорядок, свечение неба. Световое загрязнение присуще именно городам, в которых оно связано с избыточным использованием искусственного освещения улиц и зданий, круглосуточным функционированием транспорта, рекламных щитов и др. Избыточное ночное освещение нарушает естественные жизненные циклы растений и животных в городской среде, а также негативно влияет на циклы сна и бодрствования человека [35].

8. Визуальное загрязнение

В широком понимании под визуальным загрязнением понимают переизбыток в городском пространстве материальных элементов, мешающих уловить целостную картину. К таким элементам относят избыточную рекламу, непродуманный и примитивный дизайн уличного пространства, хаотичные узлы проводов и других коммуникаций, автомобильные пробки, бытовой мусор на улицах и во дворах, захламление и нарушение городского ландшафта в результате строительства, неухоженные зеленые насаждения, а также их недостаток. В значительной мере визуальное загрязнение

городской среды связано с эстетическим восприятием, которое может быть весьма субъективным. Визуальное загрязнение еще называют психологическим загрязнением, оно отрицательно сказывается на качестве жизни горожан [91, 107].

9. Радиоактивное загрязнение

Радиоактивное загрязнение – это заражение территории города, его строений, сооружений и отдельных компонентов природной среды радиоактивными веществами. Атомы некоторых изотопов способны расщепляться и создавать излучение. В результате происходит выбрасывание альфа-, бета- и гамма-частиц, которые несут значительную опасность для окружающей среды и самого человека. Источниками такого загрязнения в городах являются некоторые горные породы (граниты), используемые для облицовки зданий, отходы промышленного производства, в частности атомной промышленности, отработанные медицинские препараты для рентгеноскопии, лечения онкологических заболеваний, газ радон и др. На радон приходится более 50% суммарной дозы облучения в городах. Он способен мигрировать на значительные расстояния, широко распространен и обладает высокой проникающей способностью. [94].

10. Биологическое загрязнение

Случайное или связанное с деятельностью человека проникновение в эксплуатируемые экосистемы и технологические устройства чуждых им растений, животных, микроорганизмов, грибов относят к биологическому загрязнению. Основными источниками биологического загрязнения являются сточные воды предприятий пищевой и кожевенной промышленности, бытовые и промышленные свалки, кладбища, скотомогильники, канализационная сеть, поля орошения и др. Из этих источников разнообразные органические соединения и патогенные микроорганизмы попадают в почву, горные породы и подземные воды. Особенно

загрязняют среду предприятия, производящие антибиотики, ферменты, вакцины, сыворотки, кормовой белок, биоконцентраты и др. К биологическому загрязнению можно также отнести преднамеренную и случайную интродукцию и чрезмерную экспансию живых организмов. В городах наличие свалок, несвоевременная уборка бытовых отходов привели к численному росту синантропных животных: крыс, насекомых, голубей, ворон и др. [80].

Живые организмы в городе являются источником биогенного загрязнения, одной из форм которого является выделение в воздушную среду биоаэрозолей, в том числе летучих органических соединений, а также пыльцевых зерен. Последнее явление, о котором в нашем пособии уже упоминалось, способно приводить к развитию тяжелых аллергических реакций у населения. Понятие «пыльцевого дождя» характеризует ситуацию присутствия пыльцевых зерен в воздухе. Данное явление для условий г. Самары с 2013 г. изучается совместно специалистами кафедры экологии, ботаники и охраны природы Самарского университета и медицинского института Реавиз (рис. 9.1).

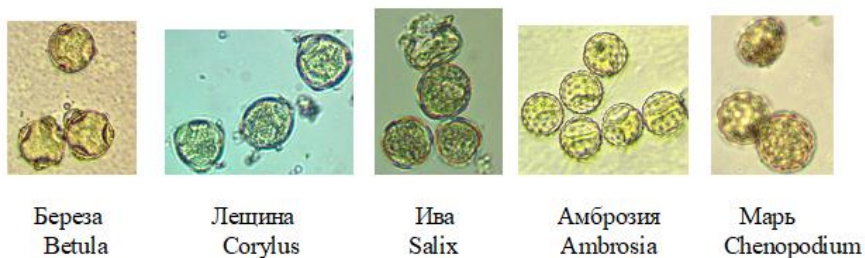


Рисунок 9.1 – Примеры фото пыльцевых зерен некоторых древесных и травянистых растений – компонентов пыльцевого дождя для г. Самары (фото Н.В. Власовой) [15]

Они установили, что среди ведущих таксонов, ответственных за формирование пылевого дождя, наиболее продолжительны сроки присутствия в воздухе спор низших грибов (*Alternaria*, *Cladosporium* и др.) – от 140 до 180 дней за вегетационный период и более). Наименьшей продолжительностью пыления, при минимальном варьировании показателя, из деревьев отличались ольха *Alnus*, дуб *Quercus*, вяз *Ulmus*, орешник *Corylus* и клен *Acer*, среди трав – осока *Carex*.

Среди деревьев по максимальной продолжительности сроков присутствия в воздухе пыльцы лидировала береза *Betula*. Травы по сравнению с деревьями отличались большей продолжительностью пыления, меняющейся по годам от 1,5-2 (большинство) до 10 раз (щавель *Rumex*). Суммарное количество пылевых зерен за вегетационный период по уровню минимальных и максимальных значений в границах 9-летнего периода у деревьев и трав различалось на порядки у большинства объектов, при этом относительным постоянством отличались показатели по спорам грибов, для которых размах варьирования соответствовал 2-кратным изменениям (рис. 9.2).

Новая экологическая опасность создается в связи с развитием биотехнологии и генной инженерии. При несоблюдении санитарных норм возможно попадание из лаборатории или завода в окружающую природную среду микроорганизмов и биологических веществ, оказывающих вредное воздействие на биотические сообщества, здоровье человека и его генофонд. Также одним из видов биологического загрязнения окружающей природной среды является создание бактериологического биологического оружия, которое способно вызвать массовые инфекционные заболевания людей и животных чумой, холерой, сибирской язвой и другими болезнями с высокой летальностью [80].

пыльца/сп	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
ольха	■					
тополь	■	■				
береза	■	■	■			
ива	■	■	■			
орешник	■	■				
вяз	■	■	■			
дуб		■	■			
клен	■	■	■			
ясень		■	■			
сосна		■	■	■		
злаки		■	■	■	■	■
осока		■	■	■	■	■
маревые			■	■	■	■
полынь			■	■	■	■
крапива			■	■	■	■
конопля			■	■	■	■
амброзия			■	■	■	■
альтернaria	■	■	■	■	■	■
клардоспориум	■	■	■	■	■	■

концентрация пыльцевых зерен/спор в м ³	деревья	злаки и сорные травы	<i>Cladosporium</i>	<i>Alternaria</i>
низкая	1-10	1-10	1-300	1-10
средняя	11-100	11-30	301-1000	11-30
высокая	101-1000	31-100	1001-3000	31-100
очень высокая	>1000	>100	>3000	>100

Рисунок 9.2 – Календарь пыления и спорообразования, г. Самара (2013-2019 гг.) [50], с дополнением авторов

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите основные типы загрязнения городской среды.
2. Назовите источники техногенного загрязнения в городах.
3. В чем проявляется опасность техногенного загрязнения городской среды?
4. В чем заключается проблема обращения с бытовыми и промышленными отходами в городах?

5. Существует ли в вашем городе проблема загрязнения окружающей среды?

6. Какие последствия для городского населения имеет поступление в воздух пыльцы высших растений, спор низших грибов?

10. ПОНЯТИЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДА

Новым подходом к совершенствованию параметров территории является устойчивое территориальное развитие. Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года, принятая всеми государствами – членами Организации Объединенных Наций в 2015 году, представляет собой общий план обеспечения мира и процветания для людей и планеты в настоящее время и в будущем [20].

Тема устойчивого развития появилась в программных документах и законодательстве развитых стран, международных конвенциях и документах более 20 лет назад, превратившись в один из основных мировых трендов в развитии городов. Устойчивое развитие предполагает сбалансированный подход к экономическому росту, социальному прогрессу при сохранении качества окружающей среды. Концепция устойчивого развития базируется на стремлении удовлетворять потребности человека и обеспечивать рост благосостояния населения, инновационности и развития экономики, энергоэффективности, экологической устойчивости [20].

Под *устойчивым развитием территории (города)* понимают комплекс мероприятий, направленных на создание безопасных и комфортных условий для людей, снижение негативного воздействия на экосистемы и рациональное использование природных ресурсов с заботой о благополучии следующих поколений. Экономика устойчивых городов относительно стабильна во времена

кризисов, пандемий и других неблагоприятных событий, влияющих на ее прочность [86].

К критериям устойчивого развития города относят:

- доступность жилья;
- развитие транспортной системы;
- экологически устойчивая и открытая урбанизация;
- охрана культурного и природного наследия;
- предотвращение ущерба от стихийных бедствий;
- снижение воздействий на окружающую среду;
- озеленение городских территорий.

Соответствие городской среды Целям устойчивого развития (ЦУР) оценивается при помощи следующих международных стандартов [86]:

- ISO 37120 «Устойчивое развитие сообществ. Показатели городских услуг и качества жизни»;
- ISO 37151: 2015 «Интеллектуальные общественные инфраструктуры»;
- ISO 37122 «Устойчивые города и сообщества – показатели для умных городов»;
- ISO 37123 «Устойчивое развитие сообществ. Индикаторы для адаптивных городов»;
- ISO 37106 «Руководство по обустройству устойчивой среды в городах и поселениях».

В 2021 году г. Москва стала первым российским регионом, получившим сертификаты ISO 37120 и ISO 37122. Столице удалось достичь 100%-го выполнения целевых показателей по 5 ЦУР. Кроме Москвы в пятерку самых устойчивых российских городов по версии российского рейтингового агентства SGM вошли Ханты-Мансийск, Тюмень, Калининград и Краснодар. Специалисты учитывали такие показатели, как демография, социальная и городская инфраструктура, экология, уровень развития экономики.

Комплексная оценка уровня экологического благополучия городской среды проводится по совокупности медико-демографических, санитарно-гигиенических и экономических показателей. При этом обязательно учитывается качественное состояние здоровья населения, природной и искусственной среды [102]. Разработаны два варианта оценки: определение балльного показателя экологического благополучия и расчет индекса устойчивого развития города. Для определения балльного показателя выделяют семь ступеней экологического состояния городской среды, каждая из которых характеризуется определенной суммой баллов [101, 102].

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

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

3-я ступень. *Кризисное состояние* – сигнальные случаи заболевания населения, очаговые поражения природных ресурсов, нарушения требований градостроительных нормативов и принципов композиции, затрудняющих реализацию функционально-утилитарных и художественно-эстетических потребностей человека.

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

5-я ступень. *Нормативное состояние* – соответствие санитарно-гигиеническим требованиям; на природную среду не оказыва-

ется больших антропогенных нагрузок; нормальное функционирование человеческого организма, флоры и фауны; соблюдение градостроительных нормативов, принципов и правил композиции.

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

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

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

Города загрязняют окружающую среду значительно больше, чем сельские местности. Не случайно более сотни городов России признаны экологически неблагополучными, их движение по пути устойчивого развития возможно лишь в перспективе и совместно с окружающими их более широкими экосистемами; в пределах же городской черты речь должна идти о снижении антропогенной нагрузки на экосистему. Это одна из важнейших проблем оптимизации урбанизации и экологизации, реализации природоохранных мероприятий на селитебных и незастроенных территориях городов и в пригородных зонах, включая их санацию благоустройство и озеленение [51].

В заключении отметим следующее.

Устойчивое развитие городов делает их жизнестойкими, способными к адаптациям, к смягчению неблагоприятных воздействий, к стимулированию позитивных социально-экономических и экологических перемен. Устойчивое развитие охватывает все ас-

пекты здорового развития города и должно обеспечивать решение финансово-экономических, социальных и экологических проблем.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что понимают под устойчивым развитием городов?
2. Какие показатели используют для оценки уровня экологического благополучия городов?
3. Развитие каких городов Российской Федерации считается наиболее устойчивым?

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаширинова, В. Ю. Урбанизация как сложное комплексное явление [Текст] / В. Ю. Агаширинова // Инновационная экономика: перспективы развития. – 2019. – № 8 (42). – С. 178-191.

2. Апарин, Б. Ф. Классификация городских почв в системе Российской и международной классификации естественной почвы на урбанизированной территории [Текст] / Б. Ф. Апарин, Е. Ю. Сукачева // Бюллетень Почвенного института имени В. В. Докучаева. – 2015. – Вып. 79. – С. 53-72.

3. Бакиев, А. Г. Материалы к кадастру земноводных и пресмыкающихся Самарской области [Текст] / А. Г. Бакиев, А. И. Файзулин // Материалы к кадастру амфибий и рептилий бассейна Средней Волги. – Н. Новгород: Международный Социально-экологический Союз, 2002. – С. 97-132.

4. Бакиев, А. Г. Земноводные и пресмыкающиеся, обитающие на городских территориях в Самарской и Ульяновской областях [Текст] / А. Г. Бакиев, А. И. Файзулин, В. А. Кривошеев, Г. В. Епланова, А. Н. Песков // Актуальные проблемы герпетологии и токсинологии: сб. науч. тр. – Тольятти, 2003. – Вып. 6. – С. 3-9.

5. Баранова, О. Г. Основные термины и понятия, используемые при изучении чужеродной и синантропной флоры [Текст] / О. Г. Баранова, А. В. Щарбаков, С. А. Сенатор, Н. Н. Панасенко, В. А. Сагалаев, С. В. Саксонов // Фиторазнообразие Восточной Европы. – 2018. – XII (4). – С. 4-22.

6. Бугров, С. В. Анализ особенностей накопления и распределения тяжелых металлов в почвенном покрове городов Самара и Сызрань [Текст] / С. В. Бугров, Ю. В. Макарова, Н. В. Прохорова,

И. А. Платонов, М. Г. Горюнов // Самарский научный вестник. – 2019. – Т. 8, № 4 (29). – С. 28-33.

7. Валишин, Ю. И. Краткий социальный эколого-педагогический словарь [Текст]: учеб. пособие / Ю. И. Валишин, Л. Р. Болотина. – М.: ООО «Дизайн студия Смирнов АРТ», 2015. – 64 с.

8. Валишин, Ю. И. Психозэкология от мегаполиса к эко-полису [Текст] / Ю. И. Валишин // Вестник Московского государственного областного университета. Сер.: Естественные науки. – 2017. – № 3. – С. 61-66.

9. Ванейгем, Р. Революция повседневной жизни: трактат об умении жить для молодых поколений [Текст] / Р. Ванейгем. – М.: Гилея, 2005. – 288 с.

10. Вернадский, В. И. Живое вещество [Текст] / В. И. Вернадский. – М.: Наука, 1978. – 358 с.

11. Вершинин, В. Л. Биота урбанизированных территорий [Текст] / В. Л. Вершинин. – Екатеринбург: УрГУ, 2007. – 85 с.

12. Вершинин, В. Л. Экология города [Текст]: учеб. пособие / В. Л. Вершинин. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. – 88 с.

13. Вишневская, Е. В. Развитие современного городского пространства в туристических целях [Текст] / Е. В. Вишневская // Стратегические изменения в сфере туризма и гостеприимства: поиск нового вектора развития: матер. Всерос. науч.-практ. конф. – Казань: Российский государственный университет туризма и сервиса, 2018. – С. 107-112.

14. Владимиров, В. В. Урбоэкология. Курс лекций [Текст] / В. В. Владимиров. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1999. – 204 с.

15. Власова, Н. В. Промежуточные итоги аэропалинологического мониторинга урбосреды в лесостепи [Текст] / Н. В. Власова, К. С. Мазоха, Л. М. Кавеленова, М. В. Манжос // Актуальные про-

блемы экологии и природопользования: сб. трудов XXIII Междунар. науч.-практ. конф. – М.: РУДН, 2022. – В 3-х т. Т. 2. – С. 386.

16. Воронов, А. Г. Антропогенные воздействия на зооценозы Камского Приуралья [Текст] / А. Г. Воронов, Е. П. Преснецова // Охрана и рациональное использование биологических ресурсов Урала. Ч. 3. Животный мир. – Свердловск, 1978. – С. 3-5.

17. Гидросфера [Электронный ресурс]. – URL: <http://icolog.ru/gidrosfera/obshegorodskie-ochistnie-sooruzeniya.htm> (дата обращения: 03.11.2021).

18. Гниненко, Ю. И. Муравьи в населенных пунктах Урала [Текст] / Ю. И. Гниненко // Проблемы промышленных городов Урала. – Свердловск, 1975. – С. 49-50.

19. Головлёв, А. А. К характеристике растительности Сорочинских гор [Электронный ресурс] / А. А. Головлёв, Ю. В. Макарова, Н. В. Прохорова // Региональное развитие: электронный научно-практический журнал. – 2016. – № 1 (13). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-harakteristike-rastitelnosti-sorochinskih-gor> (дата обращения: 23.02.2022).

20. Городская среда современного города для устойчивого развития [Текст]. – СПб, 2020. – 96 с.

21. Горохов, В.А. Зеленая природа города [Текст] / В.А. Горохов. – М.: Архитектура-С, 2005. – 528 с.

22. Горышина, Т. К. Растения в городе [Текст] / Т. К. Горышина. – Л.: Издательство ЛГУ, 1991. – 152 с.

23. Григорьев, В. А. Проблемы экологизации городов в мире, России, Сибири. Аналитический обзор (Сер. Экология. Вып. 63) [Текст] / В. А. Григорьев, И. А. Огородников. – Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2001. – 152 с.

24. Добрейцина, Л. Е. Пространство города: к проблеме формирования и изучения [Текст] / Л. Е. Добрейцина // Социокультурное развитие города: история и современность: сб. науч. тру-

дов. – Екатеринбург: Уральский институт социального образования, 2006. – С. 13-23.

25. Заборова, Е. Н. Дефиниция «город»: социологический анализ [Электронный ресурс] / Е. Н. Заборова // Мир науки. Социология, филология, культурология. – 2016. – № 2. – URL: <https://sfk-mn.ru/PDF/05SFK216.pdf> (дата обращения: 03.11.2021).

26. Заика, А. С. Особенности баланса экосистемных услуг и рисков для древесных растений в насаждениях г. Самары [Текст] / А. С. Заика, Л. М. Кавеленова // Самарский научный вестник. – 2022. – № 3.

27. Землянцева, О. А. Особенности зимовки летучих мышей в системе штолен «Сокские-2» [Текст] / О. А. Землянцева, М. Е. Фокина // Вестник молодых ученых и специалистов Самарского университета. – 2020. – № 1 (16). – С. 79-84.

28. Зукопп, Г. Изучение экологии урбанизированных территорий [Текст] / Г. Зукопп, Г. Эльверс, Г. Маттес // Экология. – 1981. – № 2. – С. 15-20.

29. Иванова, Н. В. Основные типы местообитаний растений урбоэкосистемы Самары [Текст] / Н. В. Иванова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. – Т. 12, № 1. – С. 86-91.

30. Ильина, И. Н. Качество городской среды как фактор устойчивого развития муниципальных образований [Текст] / И. Н. Ильина // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2015. – № 5 (64). – С. 69-82.

31. Исхаков, Ф. Ф. Урбоэкология [Текст]: учеб. пособие / Ф. Ф. Исхаков, А. А. Кулагин, Г. А. Зайцев. – Уфа: Издательство БГПУ, 2015. – 223 с.

32. Кавеленова, Л. М. Проблемы организации системы фитомониторинга городской среды в условиях лесостепи [Текст] /

Л. М. Кавеленова. – Самара: Издательство «Самарский университет», 2003. – 124 с.

33. Кавеленова, Л. М. Проблемы организации системы фито-мониторинга городской среды в условиях лесостепи [Текст]: учеб. пособие / Л. М. Кавеленова. – Самара: Издательство «Универс групп», 2006. – 223 с.

34. Кавеленова, Л. М. Деревья в озеленении города: к концепции баланса «Экологические услуги / Проблемы, расходы, риски» [Текст] / Л. М. Кавеленова, С. А. Розно А. С. Хныкина // Экология родного края: проблемы и пути их решения. – Киров: ВятГУ, 2018. Кн.1. – С. 111-114

35. Капцов, В. А. Световое загрязнение как гигиеническая проблема [Текст] / В. А. Капцов, В. Ф. Герасев, В. Н. Дейнего // Гигиена и санитария. – 2015. – № 7. – С. 11-15.

36. Клаусницер, Б. Экология городской фауны [Текст] / Б. Клаусницер. – М.: Мир, 1990. – 248 с.

37. Климат Куйбышева [Текст] / Под ред. Ц. А. Швер. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 224 с.

38. Кнор, А. Пернатые волки. Чем опасны вороны, почему они заполнили Самару и что об этом говорят эксперты [Электронный ресурс] / А. Кнор // Другой город – интернет-журнал о Самаре и Самарской области (drugogorod.ru). – 2019, 20 мая. – URL: <https://drugogorod.ru/vorony-v-gorode/> (дата обращения: 27.01.2022).

39. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) [Текст] / Сост. Р. В. Камелин [и др.]. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 855 с.

40. Красная книга Самарской области. Т. 1. Редкие виды растений и грибов [Текст] / Е. Г. Бирюкова [и др.], под ред. С. А. Сенатора и С. В. Саксонова. – Самара: Издательство Самар-

ской государственной областной академии (Наяновой), 2017. – 384 с.

41. Красная книга Самарской области. Т. 2. Редкие виды животных [Текст] / Под ред. С. В. Симака, А. Е. Кузовенко, С. А. Сачкова и А. И. Файзулина. – Самара: Издательство Самарской государственной областной академии Наяновой, 2019. – 354 с.

42. Лаппо, Г. М. Города России. Взгляд географа [Текст] / Г. М. Лаппо. – М.: Новый хронограф, 2012. – 504 с.

43. Литвенкова, И. А. Экология городской среды: урбоэкология: курс лекций [Текст] / И. А. Литвенкова. – Витебск: Издательство УО «ВГУ им. П. М. Машерова», 2005. – 163 с.

44. Мавлютов, Р. Р. Пространственное развитие крупных городов России в период постиндустриального перехода [Электронный ресурс] / Р. Р. Мавлютов. – Волгоград: ВолдГАСУ, 2015. – URL: https://vgasu.ru/attachments/oi_mavlutov-02.pdf (дата обращения: 15.09.2022).

45. Магдеев, Д. В. Орнитофауна г. Самары и сопредельных территорий [Текст] / Д. В. Магдеев, С. И. Павлов, Ю. В. Симонов, В. П. Ясюк // Птицы городов Среднего Поволжья и Предуралья. – Казань: Мастер Лайн, 2001. – С. 164-175.

46. Макарова, Ю. В. Материалы к конспекту флоры Сорочинских гор [Текст] / Ю. В. Макарова, А. А. Головлёв, Н. В. Прохорова // Экология и география растений и растительных сообществ Среднего Поволжья. – 2014. – С. 273-280.

47. Макарова, Ю. В. Список редких видов флоры Сокольных гор [Текст] / Ю. В. Макарова, А. А. Головлёв, Н. В. Прохорова // Сохранение редких видов растений и грибов Волжского бассейна: Флористический ежегодник, 2018; под ред. Т. Б. Силаевой, С. А. Сенатора, С. В. Саксонова. – Тольятти: Анна, 2019. – С. 32-39.

48. Малахов, В. М. Тепловое загрязнение окружающей среды промышленными предприятиями [Текст] / В. М. Малахов, В. Н. Сенич // Экология. Серия аналитических обзоров мировой литературы. – 1997. – № 44. – С. 3-69.

49. Мананков, А. В. Урбоэкология и техносфера [Текст]: учебник и практикум для академического бакалавриата / А. В. Мананков. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 494 с.

50. Манжос, М. В. Пятилетний мониторинг воздушной среды г. Самары [Текст] / М. В. Манжос, Л. Р. Хабибулина, Н. В. Власова, Л. М. Кавеленова, К. С. Мазоха, Н. Н. Жукова, Е. В. Асеева, О. С. Козлова, Т. В. Моисеева // Российский аллергологический журнал. – 2019. – Т. 16, № 1. – С. 36-44.

51. Механизмы обеспечения устойчивого развития крупных городов и их глобальной сети (на примере г. Москвы) [Текст]: отчет. – М.: МГУ, 2011. – 190 с.

52. Мильков, Н. Ф. Человек и ландшафты [Текст] / Н. Ф. Мильков. – М.: Мысль, 1973. – 224 с.

53. Мильков, Н. Ф. Рукотворные ландшафты [Текст] / Н. Ф. Мильков. – М.: Мысль, 1978. – С. 83-85.

54. Мулдаголиева, Е. О. Эволюция предпосылок понятия «экополис» в градостроительной теории XX-XXI веков [Текст] / Е. О. Мулдаголиева // Архитектура и современные информационные технологии (АМИТ). – 2013. – № 2 (23). – С. 1-9.

55. Народонаселение мира в 2007 году. Использование материала урбанизации [Текст] / Джордж Мартин [и др.], ред. Алекс Маршалл. – Нью-Йорк: Фонд Организации Объединенных Наций в области народонаселения, 2007. – 120 с.

56. Никифоров, А. Ф. Экологические основы охраны водных ресурсов [Текст]: учеб. пособие / А. Ф. Никифоров [и др.]. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2019. – 192 с.

57. Новикова, О. От полярной совы до орлана-белохвоста: каких редких птиц можно встретить в Самаре [Электронный ресурс] / О. Новикова // Комсомольская правда. Самара. – 2021, 4 мая. – URL: <https://www.samara.kp.ru/daily/27273/4408357/> (дата обращения: 27.01.2022).

58. Нормативно-правовой акт. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс]: Федеральный закон N 7 : принят Гос. Думой 20 декабря 2001 года : одобрен Советом Федерации 26 декабря 2001 года : введен 10.01.2002. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 03.11.2021).

59. Одум, Ю. Основы экологии [Текст] / Ю. Одум. – М.: Мир, 1975. – 741 с.

60. ОНД-86 Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий [Текст]. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 93 с.

61. Основные особенности российской урбанизации. Проблемы мегаполисов России [Электронный ресурс]. – 2015. – URL: https://studwood.net/761137/kulturologiya/osnovnye_osobennosti_rossiyskoy_urbanizatsii_problemy_megapolisov_rossii (дата обращения: 03.11.2021).

62. Павлов, С. И. Оскуднение фауны земноводных в урбоценозах г. Самары [Текст] / С. И. Павлов, Д. В. Магдеев, С. В. Залящев // Первая конференция герпетологов Поволжья: тез. докл. – Тольятти, 1995. – С. 48-49.

63. Павлов, С. И. Хищные птицы Самарского края [Текст]. Справочник-определитель / С. И. Павлов, И. С. Павлов. – Самара: Самарское отделение Союза охраны птиц России, 2008. – 242 с.

64. Пивоваров, Ю. Л. Мировая урбанизация: географические проблемы [Текст] / Ю. Л. Пивоваров, О. В. Грицай. – М.: ВЛАДОС, 1989. – 121 с.

65. Поддубный, А. В. Экологические проблемы и устойчивое развитие регионов [Текст] / А. В. Поддубный. – Владивосток: Тихоокеанский институт дистанционного образования и технологий, 2002. – 143 с.

66. Полухина, К. С. О сущности понятия «городское пространство» [Текст] / К. С. Полухина // Научный альманах. – 2017. – № 2-2 (28). – С. 361-362.

67. Полуянов, В. В. Особенности урбанизации в Украине [Текст] / В. В. Полуянов, А. И. Козлов // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2008 а. – № 1. – С. 44-49.

68. Полуянов, В. В. Характер урбанизации в развивающихся странах [Текст] / В. В. Полуянов, А. И. Козлов // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2008 б. – № 2. – С. 14-19.

69. Практикум по картографии [Текст]: учеб. пособие / Под ред. А. В. Руденко, Б. Р. Набиева. – Казань: Казанский федеральный университет, 2019. – 58 с.

70. Прокофьева, Т. В. Систематика почв и почвообразующих пород г. Москвы и возможность включения их в общую классификацию [Текст] / Т. В. Прокофьева, И. А. Мартыненко, Ф. А. Иванников // Почвоведение. – 2011. – № 5. – С. 611-622.

71. Рассадина, Е. В. Устойчивое развитие человека [Текст]: учеб. пособие / Е. В. Рассадина, Е. Г. Климентова, Ж. А. Антонова. – Ульяновск: УлГУ, 2016. – 483 с.

72. Реймерс, Н. Ф. Природопользование. Словарь-справочник [Текст] / Н. Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.

73. Ригина, Е. Ю. Сони (Gliridae) в районе Студёного оврага в окрестностях г. Самары [Текст] / Е. Ю. Ригина // Краеведческие записки. – Вып. XIII. – Самара, 2004. – С. 98-105.

74. Ригина, Е. Ю. Млекопитающие Сокольных гор в окрестностях Самары [Текст] / Е. Ю. Ригина // Экология фундаментальная

и прикладная: проблемы урбанизации. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2005. – С. 282-283.

75. Ригина, Е. Ю. Материалы к Красной книге Самарской области: замечания по некоторым млекопитающим [Текст] / Е. Ю. Ригина, А. В. Виноградов // Вестник СГПУ. ЕГФ. – Вып. 6. В 2 ч. Ч. 1. – Самара: СГПУ, 2008. – С. 118-139.

76. Ригина, Е. Ю. Млекопитающие (Mammalia) Среднего Поволжья с плейстоцена до современности [Текст] / Е. Ю. Ригина // Научное обозрение. Биологические науки. – 2016. – № 4. – С. 52-77.

77. Розно, С. А. Итоги интродукции древесных растений в лесостепи Среднего Поволжья [Текст] / С. А. Розно, Л. М. Кавеленова. – Самара: Изд-во «Самарский университет», 2007. – 228 с.,

78. Романкевич, Ю. А. Методические подходы к созданию единой классификации почв урбанизированных территорий с разной степенью антропогенной трансформации [Текст] / Ю. А. Романкевич // Природопользование. – 2019. – № 2. – С. 108-124.

79. Ручин, А. Б. Урбозоология для биологов [Текст] / А. Б. Ручин, В. В. Мещеряков, С. Н. Спиридонов. – М.: КолоС, 2009. – 195 с.

80. Саенко, О. Е. Экологические основы природопользования [Текст]: учебник / О. Е. Саенко, Т. П. Трушина. – М.: КНОРУС, 2017. – 214 с.

81. Сафронов, Э. А. Влияние автотранспортного комплекса на экологию городской среды [Текст] / Э. А. Сафронов, В. А. Хомич, О. В. Плешакова // Известия вузов. Строительство. – 2001. – № 2-3. – С. 124-129.

82. Сенатор, С. А. Некоторые особенности адвентивной флоры Тольятти и ее натурализация [Текст] / С. А. Сенатор,

С. В. Саксонов, Н. С. Раков // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. – Т. 12, № 1 (9). – С. 2334-2340.

83. Сенатор, С. А. Флора [Электронный ресурс] / С. А. Сенатор, С. В. Саксонов // Энциклопедия природы Самарской области. Ч. 5. Растительный мир. – 2015. – URL: <https://sites.google.com/site/enciklopediapriryodysamobl5/home/flora> (дата обращения: 23.02.2022).

84. Сенатор, С. А. Таксоны растительного мира и лишайникообразующих грибов, нуждающихся в особом внимании к их состоянию и мониторинге на территории Самарской области (редакция 2017 г.) [Текст] / С. А. Сенатор [и др.] // Сохранение раритетных видов растений и грибов Волжского бассейна: Флористический ежегодник, 2017; под. ред. Т. Б. Силаевой и С. В. Саксонова. – Тольятти: Анна, 2018. – С. 121-126.

85. Соловьёва, В. В. Гидрботанические и орнитологические особенности техногенных водоемов Самарской области [Текст] / В. В. Соловьёва, В. П. Ясюк, М. А. Пуреськин // Самарская Лука: бюлл. – 2006. – № 18. – С. 139-150.

86. Социально-умные устойчивые города [Текст]. – Женева: ООН, 2020. – 113 с.

87. Тетиор, А. Н. Городская экология [Текст] / А. Н. Тетиор. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 336 с.

88. Тетиор, А. Н. Экология городской среды [Текст] / А. Н. Тетиор. – М.: Academia, 2013. – 352 с.

89. Тетиор, А. Н. Пути экореконструкции и экоресторации городов [Текст] / А. Н. Тетиор // Sciences of Europe. – 2018. – № 23. – С. 69-70.

90. Тимашев, И. Е. Геологический русско-английский словарь-справочник [Текст] / И. Е. Тимашев. – М.: Издательский Дом «Муравей-Гайд», 1999. – 168 с.

91. Толстая, Е. В. Визуальная окружающая среда как важный экологический фактор [Текст] / Е. В. Толстая, Н. А. Козелько // Журнал Белорусского государственного университета. – 2019. – № 2. – С. 13-20.

92. Томилов, И. С. Определение понятия «город» в зарубежной историографии [Электронный ресурс] / И. С. Томилов // Политика, государство и право. – 2016. – № 4. – URL: <http://politika.snauka.ru/2016/04/3887> (дата обращения: 11.09.2020).

93. Третьякова, А. С. Урбанофлористика в России: современное состояние и перспективы [Текст] / А. С. Третьякова, О. Г. Баранова, С. А. Сенатор, Н. Н. Панасенко, А. В. Суткин, М. Х. Алихаджиев // Turczaninowia. – 2021. – 24 (1). – С. 125-144.

94. Турлак, В. А. Радиационное загрязнение окружающей среды как глобальная социально-экологическая проблема [Текст] / В. А. Турлак // Вестник Московского университета. Сер. 18: Социология и политология. – 2005. – № 4. – С. 96-112.

95. Урбанизация [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Урбанизация> (дата обращения: 03.11.2021).

96. Файзулин А. И. Видовой состав и особенности распространения земноводных в черте города Самара [Текст] / А. И. Файзулин, А. Е. Кузовенко // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17, № 4 (1). – С. 153-156.

97. Фауна города Самары [Текст]: учеб. пособие / Под науч. ред. к.б.н., доц. В. П. Ясюка. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Самара: ЦДОД «Искра», 2019. – 262 с.

98. Федорова, Л. В. Классификация городских экотопов в связи с изучением синантропности (на примере Орехово-Зуево) [Текст] / Л. В. Федорова, Г. А. Купатадзе, Н. Г. Куранова,

В. П. Викторов // Социально-экологические технологии. – 2017. – № 1. – С. 52-64.

99. Фокина, М. Е. Особенности территориального поведения белки обыкновенной (*Sciurus vulgaris* L.) в условиях города (на примере г. Самара и г. Сызрань) [Текст] / М. Е. Фокина, А. Ю. Кочергина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16, № 5 (1). – С. 514-517.

100. Фролова, А. В. Некоторые результаты учета беспризорных собак в г. Самара [Текст] / А. В. Фролова, М. Е. Фокина // Зоологические исследования в регионах России и на сопредельных территориях. – Саранск: Прогресс, 2010. – С. 106-108.

101. Хомич, В. А. Экология городской среды [Текст]: учеб. пособие для вузов / В. А. Хомич. – Омск: Издательство СибАДИ, 2002. – 267 с.

102. Челноков, А. А. Экология городской среды [Текст] / А. А. Челноков, Л. Ф. Ющенко, Е. Е. Григорьева. – Минск: Высшая школа, 2015. – 368 с.

103. Шварц, С. С. Эволюция биосферы и экологическое прогнозирование [Текст] / С. С. Шварц // Вестн. АН СССР. – 1976. – № 2. – С. 61-71.

104. Шилова, И. И. Фитомелиорация техногенных песчаных арен нефтегазодобывающих районов Среднего Приобья [Текст] / И. И. Шилова, С. А. Мамаев // Мелиорация земель Крайнего Севера. – М., 1977. – С. 235-242.

105. Экология города [Текст]: учебник / Под ред. Ф. В. Стольберга. – Киев: Либра, 2000. – 467 с.

106. Экология города [Текст] / Коллектив авторов. – М.: Научный мир, 2004. – 624 с.

107. Экология визуальной среды [Текст]: методические указания / Сост. П. А. Сидякин. – Пятигорск: Северо-Кавказский федеральный университет, 2019. – 16 с.

108. Ясюк, В. П. Животные Красной книги России в Самарской области [Текст]: учеб. пособие / В. П. Ясюк. – Самара: МБУ ДО Центр дополнительного образования детей «Искра» г.о. Самара, 2020. – 65 с.

109. Alberti, M. Integrating Humans into Ecology: Opportunities and Challenges for Studying Urban Ecosystems [Text] / M. Alberti, J. M. Marzluff, E. Shulenberg, G. Bradley, C. Ryan, C. Zumbunnen // *BioScience*. – 2003. – Vol. 53, Is. 12. – Pp. 1169-1179.

110. Banerjee, A. Agroecological Footprints Management for Sustainable Food System [Text] / A. Banerjee [et al.]. – Singapore: Springer, 2021. – 518 p.

111. Breuste, J. Urban Ecosystems: Function, Management and Development [Text] / J. Breuste [et al.]. – Berlin; Heidelberg: Springer, 2021. – 339 p.

112. Costanza, R. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital [Text] / R. Costanza, R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, Sh. Naeem, R. V. O'Neill, J. Paruelo, R. G. Raskin, P. Suttonkk, M. van den Belt // *Nature*. – 1997. – Vol. 387. – Pp. 253-260.

113. Daily, G. C. Nature's Services. Societal Dependence on Natural Ecosystems [Text] / G. C. Daily [et al.]. – Washington: Island Press, 1997. – 392 p.

114. De Groot, R. S. A Typology for the Classification, Description and Valuation of Ecosystem Functions, Goods and Services [Text] / R. S. de Groot, M. A. Wilson, R. M. J. Boumans // *Ecological Economics*. – 2002. – Vol. 41, Is. 3. – Pp. 393-408.

115. Donovan, G. H. Trees in the city: Valuing street trees in Portland, Oregon [Text] / G. H. Donovan, D. T. Butry // *Landscape and Urban Planning*. – 2010. – Vol. 94, Is. 2. – Pp. 77-83.

116. Ellis, E. C Ecology in an Anthropogenic Biosphere [Text] / E. C. Ellis // Ecological Monographs. – 2015. – Vol. 85, № 3. – Pp. 287-331.

117. Forman, R. T. T. Ecological Curio-CityUrban Ecology: Science of Cities [Text] / R. T. T. Forman. – New York: Cambridge University Press, 2014. – 476 p.

118. Forman, R. T. T. Urban ecology principles: are urban ecology and natural area ecology really different? [Text] / R. T. T. Forman // Landscape Ecology. – 2016. – Vol. 31. – Pp. 1653-1662.

119. Grunewald, K. Ecosystem Services – Concept, Methods and Case Studies [Text] / K. Grunewald, O. Bastian. – Berlin; Heidelberg: Springer, 2015. – 319 p.

120. Hall, M. H. P. Understanding Urban Ecology: an Interdisciplinary Systems Approach [Text] / M. H. P. Hall, S. B. Balogh. – Cham: Springer, 2019. – 368 p.

121. Marzluff, J. M. Urban Ecology. An International Perspective on the Interaction Between Humans and Nature [Text] / J. M. Marzluff [et al.]. – New York: Springer, 2008. – 808 p.

122. McDonnell, M. J. The History of Urban Ecology: An Ecologist's Perspective [Text] / M. J. McDonnell // Urban Ecology: Patterns, Processes and Applications. – Oxford: Oxford University Press, 2011. – Pp. 5-13.

123. McKenzie, T. Environmental Innovations in Urban Ecosystems [Text] / T. McKenzie // Introduction to Agroecology. – Singapore: Springer, 2020. – Pp. 237-258.

124. McPhearson, T. Advancing Urban Ecology Toward a Science of Cities [Text] / T. McPhearson, S. T. A. Pickett, N. B. Grimm, J. Niemelä, M. Alberti, Th. Elmqvist, Ch. Weber, D. Haase, J. Breuste, S. Qureshi // BioScience. – 2016. – Vol. 66, Is. 3. – Pp. 198-212.

125. Roy, S. A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones [Text] / S. Roy, J. Byrne, C. Pickering // *Urban Forestry and Urban Greening*. – 2012. – Vol. 11, Is. 4. – Pp. 351-363.

126. Sukopp, H. On the Early History of Urban Ecology in Europe [Text] / H. Sukopp // *Preslia*. – 2002. – Vol. 74, № 4. – Pp. 373-393.

127. *The Routledge Handbook of Urban Ecology* [Text] / Douglas I. [et al.]. – London; New York: Routledge, Taylor & Francis Group, 2010. – 688 p.

128. Van Bueren, E. *Sustainable Urban Environments: an Ecosystem Approach* [Text] / E. van Bueren [et al.]. – Dordrecht: Springer, 2012. – 436 p.

129. Wu, J. *Urban ecology in China: Historical developments and future directions* [Text] / J. Wu, W.-N. Xiang, J. Zhao // *Landscape and Urban Planning*. – 2014. – Vol. 125. – Pp. 222-233.

Учебное издание

*Прохорова Наталья Владимировна,
Макарова Юлия Владимировна,
Власова Наталья Владимировна*

УРБООЭКОЛОГИЯ

Учебное пособие

Редакционно-издательская обработка А.В. Ярославцевой

Подписано в печать 08.12.2022. Формат 60×84 1/16.

Бумага офсетная. Печ. л. 8,75.

Тираж 25 экз. Заказ . Арт. – 31(Р2УП)/2022.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»

(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

443086, САМАРА, МОСКОВСКОЕ ШОССЕ, 34.

Издательство Самарского университета.

443086, Самара, Московское шоссе, 34.