

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ВОЛЖСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Соколова Н.А., Хлобжева И.Н.

Экология городской среды

Электронное учебно-методическое пособие



Волгоград

2020

УДК 502 (07)
ББК 20.1я73
С 594

Рецензенты:

кандидат биологических наук, зам.декана географического факультета, доцент
кафедры «Экология и природопользование» ФГБОУ ВО МПГУ

Гамага В. В.;

кандидат пед. наук, доцент кафедры «Эколого-биологического образования и
медико-педагогических дисциплин» ФГБОУ ВО ВГСПУ

Маринина М. Г.

Издается по решению редакционно-издательского совета
Волгоградского государственного технического университета

Соколова, Н.А.

Экология городской среды [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Соколова Н.А, Хлобжева И.Н. ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ВПИ (филиал) ФГБОУ ВО ВолгГТУ. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 2,5МБ). – Волжский, 2020. – Режим доступа: <http://lib.volpi.ru>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-9948-3808-2

Пособие содержит тематику лекционных и семинарско-практических занятий, задания для самостоятельной работы студентов, многовариантные задачи по экологии городской среды и библиографический список.

В учебном пособии приведены основные источники загрязнения города как среды обитания человека, описана его экологическая модель. Даны классификация загрязнителей и критерии оценки качества окружающей природной среды. Представлены основные мероприятия, позволяющие предотвратить или уменьшить загрязнение атмосферы и водных объектов города, грунтов и почв городских территорий.

В учебно-методическое пособие включены разделы, которые не только обеспечат экологическую подготовку будущих технических специалистов, но и расширят их знания, умения и навыки по дисциплине «Экология городской среды».

Учебное пособие может быть рекомендовано для студентов, обучающихся по направлениям бакалавриата 08.03.01 «Строительство» очной, очно-заочной и заочной форм обучения в техническом вузе.

Илл. 1, табл. 16, библиограф.: 28 назв.

ISBN 978-5-9948-3808-2

© Волгоградский государственный
технический университет, 2020

© Волжский политехнический
институт, 2020

Содержание

Раздел 1.	Теоретическая часть	4
1.	Введение в экологию городской среды	4
2.	История создания среды городов и современные проблемы урбанизации	5
3.	Динамика урбанизации в России	26
4.	Среда жизни человека. Понятие «Городская среда»	31
5.	Научные основы урбоэкологии	32
5.1.	Основные понятия урбоэкологии	32
5.2.	Методологические подходы в урбоэкологии	35
6.	Своеобразие урбоэкосистем	36
7.	Микроклимат городской среды. Образование «острова тепла»	39
7.1.	Радиационный и тепловой баланс.	40
7.2.	Основные закономерности микроклимата в условиях застройки	41
8.	Урбанизация как мощный экологический фактор	47
9.	Экологические принципы ландшафтного планирования города	51
Раздел 2.	Вопросы к семинарским занятиям	54
Раздел 3.	Задания к самостоятельной работе студентов	57
3.1.	Варианты заданий	57
3.2.	Многовариантные задачи	61
Раздел 4.	Список рекомендуемой литературы	67

Раздел 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Введение в экологию городской среды.

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

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

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

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

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

Ухудшение экологической ситуации заставляет общество более серьезно относиться к решению экологических проблем. В частности, в январе 2002 г.

принят новый федеральный закон «Об охране окружающей среды». В Законе охрана окружающей среды представлена как деятельность органов государственной власти РФ, субъектов РФ, местного самоуправления, общественных и иных некоммерческих объединений, юридических и физических лиц, направленная на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий. Основными принципами охраны окружающей среды являются:

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

2. История создания среды городов и современные проблемы урбанизации

В течение многовековой урбанизации планеты методом проб и ошибок осуществлялись и совершенствовались градостроительные решения. Чаще всего они определялись существовавшей общественно-экономической формацией, уровнем социально-экономического, культурного и научного развития стран, жители же получали далеко не идеальную среду города с загрязнениями, неравенством в качестве жизни.

При этом мечтой всех участников процесса урбанизации, в том числе градостроителей, архитекторов и жителей, были города с идеальной средой жизни. Единого представления о таких городах не существовало. Их видели и малыми городами, и крупными динамичными мегаполисами, и небольшими озелененными «городами солнца», и гигантскими городами со стеклянными небоскребами. Урбанизация планеты прошла длинный исторический путь – от первых малых поселений до грандиозных урбоареалов (табл. 2.1).

Таблица 2.1. История урбанизации (эволюции поселений)

Вид поселения	Характеристика поселения (его примеры)	Время возникновения
Поселок	Поселение на 50... 100 чел. (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 тыс. чел. площадью 5... 8 км ² (города в Шумере)	Около 3500 г. до н. э.
Крупный город	Город с населением свыше 1 млн чел. (Рим)	44—10 гг. до н. э.
Мегаполис	Город с населением свыше 10 млн чел. 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

Первые человеческие поселения имели самую простую среду, служившую для удовлетворения первоочередных потребностей (в жилище, в продолжении рода, защите от врагов и пр.), и не создавали каких-либо неразрешимых социальных и экологических проблем, связанных с взаимоотношениями внутри общества и с природной средой. В поселениях соблюдалось равноправие с точки

зрения размеров и качества жилья, доступа к ресурсам. Для своего первого жилья человек использовал естественные пещеры и искусственные постройки, напоминавшие увиденные им объекты живой или неживой природы: гнезда, естественные гроты и т. п. Так появились шалаши, а затем жилища, поднятые над поверхностью земли на сваях.

Первобытные жилые дома строились из доступных природных материалов – травы, листьев, глины, кустарника, шкур и костей животных. Прослужив небольшое время, эти хижины покидались людьми при очередной перекочевке, затем они усваивались природой как любые органические материалы. Экологическое равновесие поддерживалось стихийно путем кочевки племен после исчерпания растительных и животных ресурсов на месте прежнего обитания либо за счет удаления мест проживания друг от друга на расстояние, достаточное для устойчивого обеспечения потребностей.

Ухудшение среды поселений ввиду возрастания объема отходов заставили человека задуматься об изменении технологий их удаления.

Начало экологизации городской среды восходит к появлению на Земле первых урбанизированных ландшафтов – поселений, жилой и культовой застройки. Они располагались среди природных ландшафтов – важнейших факторов расселения людей. Первые поселения возникли вслед за земледельческой революцией, одомашниванием животных и растений. Нужно было содержать животных в ограде, для чего делали кольцевое ограждение в центре поселения. Вокруг кольцом располагали хижины, снаружи огражденные крепкой изгородью для защиты от нападения хищников и врагов (отсюда название «город»). Первые города появились примерно через 1000 лет после одомашнивания животных. Тогда же возникли первые социально-экологические проблемы городской среды: социальное неравенство в виде жилых домов разного размера и разного качества жизни, нерешенные проблемы отходов и загрязнений.

В целом качество среды жизни в первых поселениях было очень низким, но уже в самых древних городах человек пытался доступными методами повысить его: улучшалась визуальная среда, создавались монументальные произведения архитектуры, использовались озеленение, улучшенные технологии канализации, санации тела и т.д. Так, на острове Крит была обнаружена ванна и труба из терракоты (около 2000 г. до н.э.). Во дворце ассирийского царя Саргона II (VII в. до н. э.) была найдена уборная с кувшинами для слива воды возле каждого стульчака. В Древнем Риме в 312 г. до н.э. были построены первые акведуки, причем отдельно для более чистой и менее чистой воды. Были сделаны общие бани и частные бани для богатых. Уборные в Риме имели сливы от ручья (подобие современной канализации). По желобам вода от ручья шла под стульчаками из мрамора со скульптурными кронштейнами. Рядом располагались

фонтаны, статуи богов. В уборных люди беседовали, обменивались новостями. Загрязненная вода стекала в Тибр через канализационный коллектор, остававшийся единственным в Европе вплоть до XIX в.

В Древней Индии был создан устный свод строительных правил «Шильпашастра», имевший некоторую экологическую направленность: в каждом поселении надлежало выполнить функциональное зонирование (соответствующие участки отводились под жилье, храмы, парки, резервуары воды и др.). Регламентировались высота зданий, их назначение, материал стен; при размещении зданий учитывались господствующее направление ветра, красная линия застройки.

Первый трактат о строительном искусстве «Десять книг об архитектуре» был написан римским архитектором и инженером Витрувием примерно в 27 – 17 гг. до н.э.

Города Двуречья (VI – VII вв. до н.э.) озеленяли по периметру, высаживая растения в специальные ямы в каменных платформах, заполненные растительным грунтом. «Висячие сады» Семирамиды, возведенные во время правления Навуходоносора II (605 – 562 гг. до н.э.), имели вид террас, возвышавшихся одна над другой. Террасы опирались на каменные столбы, на которых монтировали каменные плиты, залитые свинцом. Далее укладывали слой пропитанного битумом тростника, затем – двойной слой кирпичей, а на него – растительный грунт толщиной 1...2 м. На нижних террасах были высажены деревья, на верхних – кустарники и цветы. Идея висячих садов затем была плодотворно использована в Персии, Италии, России, а сейчас в немного измененной форме применяется во всем мире при устройстве кровель-газонов.

Улучшение визуальной и звуковой среды городов было связано со строительством храмов. Храмы и некоторые уникальные общественные здания наряду с особняками самых богатых жителей были наиболее красивыми сооружениями городов. На их фоне однообразно и негативно выглядели кварталы грязных и бедных домов основной массы жителей.

В античной Греции и Древнем Риме улучшению городской среды способствовали священные рощи с храмами и источниками воды, городские сады при общественных учреждениях (банях, театрах), спортивные парки с ипподромами, многочисленные частновладельческие усадьбы, как правило, с атриумно-перистильными жилыми домами с внутренним двором, в котором были источник воды и сад. Приближение природы к дому, выполненное с использованием разнообразных решений, приятных для глаз, было правилом хорошей архитектуры.

Примером города, находившегося в гармонии с окружающей природой, может служить Антиохия (IV в. н.э.) на территории современной Сирии. «...Гора

тянется около города... но тем, кто живет под нею, ничто не угрожает от подобного ее соседства, а все прелести весны – источники, травы, сады, ветерки, цветы, голоса птиц – достаются на их долю раньше, чем всем остальным... И эта часть города кончается во многих местах цветущими садами, которыми окаймлены берега...» – так описывал Антиохию современник.

В России в XVI —XVIII вв. центром архитектуры и садового искусства являлась Москва. В Кремле были устроены висячие (красные) верховые сады на уровне второго этажа на сводах хозяйственных построек, примыкавших к жилым помещениям. Новые направления в архитектуре, градостроительстве, ландшафтном искусстве появились в эпоху Петра I. Великолепные дворцово-парковые ансамбли были созданы в окрестностях Санкт-Петербурга – в Царском Селе (Екатерининский и Александровский парки), Петергофе, Ораниенбауме и других местах. При строительстве максимально сохраняли ландшафт, вплоть до отдельных деревьев, частично перепланировывали и заменяли насаждения, использовали природные пруды, реки и озера, устраивали фонтаны, подпорные стены, террасы.

По мере роста городов нарастали экологические и социальные проблемы. Архитекторы и строители древних городов, выполняя заказ богатой части общества, создавали красивые здания – дворцы, соборы, виллы, стадионы, общественные бани и т.д. Однако общечеловеческая ценность многих трудоемких и гигантских сооружений (например, знаменитых пирамид) была ничтожна. Сохранившиеся до сих пор здания, покрытые сплошной каменной резьбой или каменными скульптурными изображениями, и сейчас вызывают восхищение, подавляют своим величием. Вид центральной части ряда городов древности был архитектурно весьма выразителен. Вместе с тем основная часть населения жила в простейших и мало приспособленных для жилья зданиях. Качество среды жизни в «клетках для жилья» с открытым очагом и домашними животными было исключительно низким.

Проблемы качества городской среды, подобные современным, возникли еще в начале II в. н. э. Исследования египетских мумий показали, что их легкие засорены копотью масляных светильников и частицами песка. В Риме Юлий Цезарь провел закон, разрешивший повозкам двигаться только в специально отведенное время суток в связи с перегрузкой улиц гужевым транспортом. Н. М. Карамзин писал, что в Париже из-за шума «выспаться... можно не иначе как за большие деньги. Французы... мастерски прыгают с камня на камень и прячутся в лавки от скачущих карет». В прошлые века загрязнение среды в городах было, видимо, не меньше современного загрязнения, улицы были узкими и грязными, заполненными мусором. В XVIII в. на Красной площади и улицах Москвы лежал толстый слой навоза от многочисленных лошадей. В начале XIX в. Кельн

считался одним из трех самых грязных городов мира наряду с Калькуттой и Стамбулом. Чтобы не чувствовать запах нечистот, стекающих по улицам Кельна, французские солдаты, расположившиеся в городе, закрывали носы платками, пропитанными одеколоном (что в переводе означает «кельнская вода»).

Первым городом с населением в миллион человек стал Рим в 44–10 гг. до н. э. В период своего расцвета имела миллионное население древняя столица Камбоджи Ангкор-Тхом (XII в. н.э.). В настоящее время от этого города остался только комплекс храмов, украшенных сплошной резьбой по камню. Плотность населения в городах из века в век нарастала и сейчас достигла очень высоких значений. Абсолютный рекорд плотности в отдельных районах принадлежит Гонконгу – 1 500 000 чел. на 1 км². В Мехико плотность населения составляет 21 000, в Буэнос-Айресе – 14 900, в Нью-Йорке – 13 200, в Москве – около 12 500 чел. на 1 км². К сожалению, плотность населения в Москве растет, чему способствуют увеличение высоты жилых домов, возведение жилых небоскребов.

Как правило, отсутствие учета комплекса факторов развития города (экологических, социальных и др.) приводило к неудачным градостроительным решениям. В течение многих веков отношение строителей к природной среде было потребительским. В результате сформировалась привычная городская среда: многоэтажные здания-параллелепипеды с редким озеленением отдельных балконов и лоджий; невыразительное сплошное остекление фасадов; угнетаемая загрязненными растительность в парках, скверах, на улицах; загрязненные водоемы; большие, покрытые непроницаемым слоем асфальта улицы и площади, заполненные автомобилями; заводы с многочисленными дымовыми и выхлопными трубами, стоками шлама и других отходов; «шапки» смога при отсутствии ветра. Природный комплекс города загрязнен и почти неспособен к воспроизводству кислорода, естественной самоочистке, поэтому нуждается в больших природных прилегающих площадях, без которых город не сможет существовать. Природная среда в таком стрессовом состоянии становится вредной для человека.

Растущие города, поглощая пригодные для сельского хозяйства территории, перерождаются в гигантские мегаполисы и урбоареалы. Они становятся источниками необратимых, не перерабатываемых природой загрязнений и недостаточно приспособлены для создания необходимых человеку условий проживания (чистый воздух и вода, озеленение, достаточная инсоляция, время солнечного облучения, отсутствие шума, небольшая плотность жителей и т. д.). Вместе с тем в городах развитых стран повышается качество квартир, их площадь, объем предоставляемых коммунальных услуг, уровень удобств, улучшается качество среды, снижается ее загрязненность.

Как правило, жилые дома, производственные здания, инженерные сооружения проектируются и строятся без учета их функционирования в естественной природной среде: здания бионегативны, они вносят в природную среду все виды загрязнений, в том числе и эстетическое. Плохо используется ландшафт, здания немасштабны природному окружению, материал иногда бионегативен, отходы слабо утилизируются, энергия естественных источников почти не используется. При урбанизации территорий человек исходил из неверного представления о неисчерпаемости природных ресурсов, о возможности самоочищения после загрязнения атмосферы, гидросферы, литосферы, о беспредельной терпимости биосферы к сокращению естественных ландшафтов.

Площадь занятой городами и разнообразными инженерными сооружениями земли растет. В городах почвенно-растительный слой практически исчезает под застройкой и исключается из важнейшего круговорота веществ, из экологического цикла. Специальные исследования кризисного роста городов показали, что в течение трех-четырех веков многие города превратились из небольших поселений в мегаполисы с населением до 10 млн чел.

Крупной проблемой урбанизации является отсутствие стабилизации роста, постоянное расширение территории при недостатке исследований и разработок по решению урбоэкологических проблем больших городов (табл. 2.2). Если города растут и этот рост в целом благоприятен для жителей, стремящихся жить в городах, то задача современных архитекторов и строителей – сделать все поселения, в том числе и крупные растущие города, устойчивыми, здоровыми, экологичными и красивыми, используя решения архитектурно-строительной экологии, устойчивого строительства, сохранения среды жизни на базе устойчивой экологической инфраструктуры.

Таблица 2.2. Прогноз потребности увеличения площадей, занятых городами в ряде стран Европы

Страна	Площадь		
	общая, тыс. км ²	необходимая для городов	
		тыс. км ²	% от общей
Бельгия	30,5	54,0	173
Дания	43,1	18,0	41
Франция	547,0	196,0	31

Нидерланды	40,8	62,0	152
Великобритания	244,0	224,0	92

Уже сейчас в ряде стран очень высок процент занятой городами территории: в Бельгии – 28 %, в Англии – 12%, в Дании – 11%. Такие большие урбанизированные территории недопустимы с точки зрения поддержания экологического равновесия между городами и природой. Плохо управляемое социально-экологическое развитие городов привело к росту негативных воздействий на природную среду (табл. 2.3). Урбанизация в настоящее время является одной из главных мировых демографических тенденций. Городское население увеличилось в период с 1990 по 2000 г. примерно с 0,2 до 2,9 млрд чел. Число городов с населением более 1 млн чел. за тот же период возросло с 17 до 388 (табл. 2.4). Города занимают несколько процентов территории суши, но в них живет почти половина населения мира.

Таблица 2.3. Негативное воздействие развития городов на природную среду

Воздействие	Последствия				
	для почвы	для растительности	для животного мира	для воздуха	для воды
Сокращение площади почвенно-растительного слоя	Повышение удельной антропогенной нагрузки, деградация	Повышение удельной антропогенной нагрузки, сокращение разнообразия, деградация	Исключение экологических ниш, сокращение разнообразия, вытеснение, гибель	Сокращение очистки, ухудшение состава	Ухудшение самоочистки, состава
Антропогенные наносы (культурные слои)	Изменение состава, нарушение самоочищения, деградация	Ослабление роста и ускорение процессов старения и отмирания	Угнетение жизнедеятельности почвенных микроорганизмов	То же	То же
Покрывание почвы непроницаемым слоем при строительстве	Полное прекращение круговорота веществ	Гибель всей растительности	Гибель всего животного мира — редуцентов и др	Ухудшение состава воздуха ввиду прекращения круговорота	Ухудшение состава и свойств, концентрация загрязнений

Загрязнение насыпных почв, создание свалок	Изменение структуры и свойств, накопление особо опасных неперерабатываемых веществ, исключение самоочищения	Концентрация загрязнений, ухудшение свойств, деградация	Обеднение биоты, вытеснение из экологических ниш, гибель	Загрязнение, ухудшение состава и свойств	Загрязнение, ухудшение состава и свойств
Поглощение городом не возвращаемой в природу органической массы	Нарушение геохимического цикла, разрушение структуры, гумуса	Уменьшение содержания питательных веществ в почве	Угнетение жизнедеятельности почвенной микрофлоры	Сокращение самоочистки воздуха, его загрязнение	Сокращение самоочистки воды, загрязнение
Вытаптывание, уплотнение почв	Нарушение структуры, свойств, переуплотнение	Угнетение и гибель растительности	Сокращение жизнедеятельности микрофлоры	То же	То же
Перегрев почв летом, повышение температуры и снижение влажности воздуха	То же, гибель почвенных организмов	То же, гибель почвенной микрофлоры	Гибель почвенной микрофауны	То же	То же
Поступление загрязнений в воздух и воду	Загрязнение почв, изменение их физического и химического состава	Угнетение растительности, концентрация загрязнений, гибель	Отравление животных, болезни, гибель	Сокращение способности к самоочистке, негативное изменение свойств	Попадание загрязнений с осадками в воду, сокращение и исключение самоочищения
Шумовое загрязнение	-	Угнетение растительности и	Угнетение, гибель животных	То же, из-за угнетения флоры	То же

Таблица 2.4. Рост городов с числом населения более 1 млн человек

Показатель	1800 г.	1900 г.	1950 г.	2000 г.
Число городов-миллионеров:				
всего в мире	2	17	85	388
в Африке	0	0	2	35
Азии	1	4	31	195
Европе	1	9	29	61
Латинской Америке	0	0	7	50
Северной Америке	0	4	14	41
Океании	0	0	2	6
Региональное распределение 100 самых больших городов, %:				
Африка	4	2	3	8
Азия	65	22	36	45
Европа	28	53	35	15
Латинская Америка	3	5	8	17
Северная Америка	0	16	16	13
Океания	0	2	2	2
Среднее число жителей 100 самых больших городов мира, тыс. чел.	187	725	2100	6200

Урбанизация привела к созданию новой, не известной ранее «застроенной среды» планеты, имеющей, как считается, наибольшую материальную ценность

для всех стран мира. При этом, несмотря на негативные воздействия урбанизации, экосистемы во многих городах и вокруг них еще могут обеспечивать достаточно высокий уровень биоразнообразия, производства продовольствия, снабжения водой, комфорта, удобств, культурных ценностей и т.д.

Вместе с тем возникло множество проблем городской среды (урбанистических, архитектурно-строительных, технологических, социальных, экологических), связанных с развитием процесса урбанизации. Среди них рост числа и размеров городов, населения, промышленности и транспорта. В связи с миграцией сельских жителей в города постоянно изменяется соотношение между городским и сельским населением. Растут процент городского населения, размеры городов и их число (табл. 2.5, см. также табл. 2.4). При этом процент городского населения существенно меняется в различных регионах мира. Самое высокое значение достигнуто в наиболее экономически развитых странах Северной Америки и Европы – свыше 70%, самое низкое – в Азии и Африке (табл. 2.6). Впервые в истории Земли постепенное слияние пригородов крупных и небольших городов привело к образованию урбанизированных ареалов – гигантских скоплений городов длиной в сотни километров. Наиболее протяженная в настоящее время городская застройка «Босваш» (Бостон– Вашингтон) объединила (поглотила) около 500 городов, в которых проживает почти 20 % населения США (около 45 млн чел.). В ночное время эта территория видна со спутников Земли как почти сплошное светящееся пятно. Таких урбоареалов в мире уже свыше 10, каждый из них поглотил до 30 – 40 агломераций.

Таблица 2.5. Распределение поселений по видам поселений (по данным на 2000 г.)

Вид поселений	Население		Процентное распределение городского населения
	млн чел.	%	
Города	2862	47,2	100,0
В том числе с числом жителей, млн чел.:			
10 и более	225	3,7	7,9

от 5 до 10	169	2,8	5,9
от 1 до 5	675	11,1	23,6
от 0,5 до 1	290	4,8	10,1
менее 0,5	1503	24,8	52,5
Сельские поселения	3195	52,8	—

Таблица 2.6. Процент городского населения в регионах мира

Регион	Городское население, млн чел.	Процент городского населения
Африка	295	37,2
Азия	1376	37,5
Латинская Америка	391	75,4
Северная Америка	243	77,4
Европа	534	73,4
Океания	23	74,1
Всего в мире	2862	47,2

Нетрудно представить всю сложность сохранения природной среды внутри такой застройки без специальных мероприятий по поддержанию, сохранению и восстановлению естественной среды в городах. При дальнейшем росте урбоареалов целые страны могут превратиться в урбанизированные территории. Первыми в этом процессе могут стать некоторые страны Западной Европы.

С целью сдерживания роста площади городов архитекторы и строители увеличивают высоту зданий, более плотно размещают их в плане, заменяют устаревшие малоэтажные дома на новые, гораздо более высокие. Это рождает новые экологические проблемы, связанные с повышением плотности жителей,

дальнейшим их отрывом от природной среды, более концентрированным антропогенным воздействием города на оставшуюся природную среду. Негативны и многие другие современные мировые тенденции урбанизации, свидетельствующие о наличии явных признаков кризиса: рост числа жителей трущоб, загрязнение и деградация почвы, гибель тропических лесов и др.

Идеям экологизации противоречит целый ряд кризисных явлений:

- отступление природной среды при застройке и невозможность сохранения экологического равновесия между городскими и прилегающими естественными территориями. Это ведет к снижению качества среды в городах, уменьшению биоразнообразия, сокращению способности природной среды к абсорбции загрязнений и самоочистке, гибели природы;
- загрязнение городской среды веществами, отрицательно влияющими на здоровье человека и состояние природы;
- увеличение разрыва между жителями городов и естественной природной средой, ее замена на полностью или частично искусственную городскую среду; отрыв жителей от естественной природы;
- растущее разобщение жителей городов при использовании современных архитектурно-планировочных мероприятий (высокие здания, индивидуализация жилищ, отсутствие мест для общения, поощрение индивидуализма во всем — от передвижения на индивидуальных автомобилях до индивидуальных коттеджей за высокими заборами);
- гигантизм зданий и сооружений, негативно влияющий на их визуальное восприятие и увеличивающий отрыв жителей от естественной среды. Возможно, что эта негативная тенденция свидетельствует о недостаточной проработанности экологических решений, так как человек никогда не жил на большом удалении от земли;
- энтропийность искусственных объектов города, их отторжение природой, принципиальное отличие от неэнтропийных объектов живой природы, включаемых в экосистемы как родственные ей объекты;
- создание непреодолимых разрывов в естественных ландшафтах, стальных и железобетонных границ на путях миграции животных, распространения растений;
- неэкономное использование при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений невозобновляемых ресурсов, естественных технологий (например, при вентиляции, освещении); незначительное использование экономических (пространственных) и технологических решений, энергоэкономичных и энергоэффективных зданий;
- отсутствие стремления к сбережению поверхности земли и почвенно-растительного слоя при застройке, к предохранению этого слоя от герметичного покрытия, ведущего к омертвлению ландшафта;

- бионегативность поверхностей (бетон, сталь, стекло и др.) зданий, сооружений в городе, отторжение этими поверхностями живой природы, отсутствие специальных ниш, «скворечников» для создания условий жизни живой природы в городах и зданиях;
- неэкономное отношение к возобновляемым ресурсам – воде, воздуху, недостаточное внимание к сокращению отходов, их возврату в ресурсный цикл и использованию более долговечных, не требующих быстрой замены материалов и изделий;
- отсутствие планируемого движения к созданию здоровых и красивых городов, положительно воспринимаемых жителями и способствующих не только формированию здоровой среды, но и гармонизации среды жизни и даже снижению преступности;
- отсутствие согласования потребностей жителей городов с возможностями природно-ресурсного потенциала территорий, экологизации всех потребностей – от биологических до трудовых и этнических;
- малое число экологичных, красивых и здоровых городов или кварталов, которые воспитывали бы жителей своей средой и позитивно воздействовали бы на них подобно красивой естественной природной среде. Эти города и кварталы могли бы стать своеобразными «центрами кристаллизации» экологичного развития, от которых оно распространялось бы на прилегающие территории.

Деградация экосистем особенно велика вокруг больших индустриальных городов с интенсивным транспортом. Контроль воздушного и водного загрязнений привел к росту качества воздушной и водной сред в городах и вокруг них в некоторых развитых странах, но при этом возникли новые проблемы перемещения загрязнений в пространстве и во времени. Ряд исследователей полагает, что в ходе экономического развития страны смогут решить экологические проблемы своих городов. Перевернутая U-образная оптимистическая кривая лауреата Нобелевской премии по экономике С. С. Кузнеца (США) демонстрирует постепенный переход от роста воздействий на природу к их снижению в процессе экономического развития городов передовых стран. Но пока урбанизация привела к глубоким изменениям в природе и в среде жизни человека. Проблема в том, что городские экосистемы – это функционально не полные экосистемы. Города – интенсивные потребители энергии, места концентрированного преобразования и потребления материалов. Биологически продуктивная часть экосистем, которая «выдерживает» и человека, и индустриальный метаболизм города, расположена на удалении от города – в сельских районах, океанах и других малообитаемых местах.

В настоящее время в связи с бурным ростом мегаполисов в слаборазвитых странах изучается вопрос позитивности или негативности этого нового для

планеты и геоурбанистики процесса, но наука здесь идет вслед за реальным развитием. Так как рост городов вызван объективными причинами концентрации населения в городах как центрах приложения труда, центрах экономики и промышленности многих стран (мегаполисы ряда стран производят до 50 % валового продукта, в них концентрируется до 80 % капиталов, на их долю приходится до 95 % объема торговли), то он признается правильным путем развития. Однако рост городов стран третьего мира ведет к низкому качеству жизни и среды, загрязнению и исчезновению природы, социальному расслоению и социальной напряженности.

Центр роста городов перемещается в бедные страны, не имеющие возможности создавать новые города в соответствии с экологичными генеральными планами, высоким качеством жизни. Так, до 1950 г. 20 из 30 крупнейших городов мира находились в развитых странах и только 10 – в развивающихся. В 1990 г. уже 21 город из 30 располагался в развивающихся странах, а по прогнозам в 2015 г. всего 5 городов богатых стран (Токио, Нью-Йорк, Лос-Анджелес, Осака и Париж) останутся в списке крупнейших мегаполисов мира, остальные места займут Бомбей (27,4 млн), Лагос (24,4), Шанхай (23,4), Джакарта (21,2) и др. При этом Нью-Йорк с 17,6 млн жителей будет только на 11-м месте. Тот же самый процесс наблюдается и в росте урбоареалов. В последние годы возникли новые урбоареалы в развивающихся странах: «Сан-Рио» (между Сан-Паулу и Рио-де-Жанейро), «Джабан» (Джакарта–Бандунг), «Визагмахапагар» (Индия), «Пектян» (Пекин – Тяньцзинь), Каир–Александрия и др.

Чем больше город, чем плотнее он населен и чем больше в нем промышленных предприятий и автотранспорта, тем большая площадь прилегающей природной (в том числе сельской) территории требуется, чтобы выдержать техногенное давление города. Поэтому рост числа жителей вызывает увеличение давления на близлежащие экосистемы. В то же время уровень экономического развития городов чаще всего связан с потреблением глобальных ресурсов и глобальными воздействиями на экосистему Земли. Более половины городского населения мира живет в городах с числом жителей менее 0,5 млн и меньше 8 % живет в мегаполисах с населением более 10 млн. Более устойчивое развитие городов планеты связывается с их экологизацией. Несмотря на рост городов, они занимают всего несколько процентов территории суши, тогда как для удовлетворения первоочередных потребностей людей нужны гораздо более крупные территории земли.

Современная урбанизация сопровождается экономическими, социальными, политическими и демографическими переменами. Сейчас качество городской среды и благосостояние жителей зависят от экосистем внутри, вокруг и далеко

вне границ города, а городская деятельность влияет как на ближние, так и на очень отдаленные экосистемы. Поэтому урбанизация может рассматриваться как реальная угроза живой природе и сохранению среды обитания всей Земли. Потеря сред обитания – болот, окружающих лесов и прибрежных участков – при промышленном и жилищном строительстве угрожает биологическому разнообразию. Но некоторые животные в городах находят новые среды обитания. Крыши и стены заброшенных зданий, тротуары, неэксплуатируемые железнодорожные пути и промышленные территории осваиваются растительностью. В городских и пригородных экосистемах происходят постоянные приспособления растений, животных, беспозвоночных и микроорганизмов к изменяющейся застроенной среде. Урбанизация часто характеризуется кольцевым ростом городов с постепенным заполнением ранее не застроенных территорий между большими городами и небольшими поселениями. Каждая стадия этого роста изменяет условия среды обитания и живую природу в городах.

Неэкологичная урбанизация негативно влияет на местные экосистемы и биологическое разнообразие, ухудшая городскую среду. В ходе урбанизации большинство экосистем бывает нарушено или разрушено вследствие раздробления среды обитания и внесения загрязнений. Асфальтовые покрытия с темной поверхностью, удаление кустов и деревьев в городах ведут к поступлению тепловой энергии в почву и нарушают естественные процессы охлаждения и испарения. «Тепловые острова» усиливают загрязнение воздуха, изменяют структуру почв и ливневых стоков, влияют на живую природу. Поэтому нужно увеличивать долю поверхности земли, закрытой растительностью, и использовать отражающие искусственные поверхности.

Самое благоприятное воздействие на оздоровление здоровой городской среды оказывают городские зеленые территории – леса, парки, водоемы, зеленые пояса и коридоры и др. Эти экосистемы обеспечивают фильтрацию воздуха, регулирование микроклимата, шумовую изоляцию, поверхностный водный дренаж, задержание питательных веществ, биоразнообразие, опыление, рассеивание семян, регулирование вредителей – насекомых. Городское сельское хозяйство может дать множество выгод: дополнительную продукцию; доход для производителей; занятость для безработных; улучшение окружающей среды; замену импорта. Но оно может развиваться только в незагрязненных городах во дворах (плодовые сады и т.п.), на крышах, общественных территориях. Для этой цели подходят и пригородные области при отсутствии загрязнения почвы химикатами, отходами.

При реконструкции и новом строительстве постоянно происходят изменения объема и состава озелененных территорий, поэтому городская

природная среда полна экологических разрывов. В этих условиях важно создание зеленых коридоров в городской среде.

Урбанизация чаще всего изменяет взаимодействие между людьми и микроорганизмами. Именно в местах скопления людей появились многие из наиболее опасных инфекционных болезней. Города остаются центрами распространения эпидемий и пандемий. Риск для здоровья наиболее высок в больших промышленных городах, при этом внутреннее загрязнение особенно опасно в домах без хорошей вентиляции. Велики экологические проблемы при расположении городов вблизи хрупких экосистем. Расширение городов ведет к снижению качества сельскохозяйственных земель. Исторически города часто основывали около рек, озер, морей, чтобы обеспечить потребности в воде и транспортных путях. Поэтому наиболее урбанизированными территориями являются прибрежные зоны, области около озер и рек.

Проблемы окружающей среды при ускоряющейся урбанизации становятся глобальными, так как урбанизация в одной части мира ведет к неблагоприятным последствиям в отдаленных частях. Если в XX в. главными проблемами урбанизации были загрязнения и деградация окружающей среды в городах и вокруг них, то проблемами больших городов в XXI в., вероятно, будут глобальные нагрузки на отдаленные экосистемы. Сложность глобальных проблем окружающей среды значительно выросла за последние два столетия и особенно за последние десятилетия вследствие роста потребления и отходов. По данным ООН, самые богатые 25 % населения потребляют 86 % ресурсов, а богатые индустриальные страны выбрасывают более чем 90 % из 350 млн т опасных отходов, производимых в мире за год.

Рост трансконтинентальной торговли расширяет экологические нагрузки и может вести к деградации отдаленных экосистем, город может разрушать экологический потенциал отдаленных территорий. В связи с этим в ходе урбанизации выявилась ценность понятия «экологический след». Известно, что потребная для человека территория напрямую связана со степенью экологичности его деятельности, его потребностей. Экологический след населения – это область земли и водных экосистем, постоянно требующаяся, чтобы производить ресурсы, которые население потребляет, и ассимилировать отходы, которые население производит. Метод анализа экоследа основан на том, что многие из ресурсов и потоков могут быть преобразованы в соответствующие площади земли и водной территории. Анализ экоследа показывает быстрый рост его глобального значения, уже немного превышающего площадь планеты.

Площадь экоследа должна включать область экосистем, которую население приспособливает для удовлетворения своих потребностей при всех формах экономической деятельности, включая торговлю, плюс потребную площадь земли

и воды. Этот параметр зависит от ряда факторов: численности населения, среднего материального уровня жизни, биопроизводительности земли и воды (местной или «импортированной»), эффективности сбора урожая, его обработки и использования, экологичности технологий.

Каждый город и каждый человек имеют свой экологический след. Анализ показывает, что относительно богатые жители и города развитых стран налагают большую нагрузку на землю, чем жители бедных стран. Жители стран с высоким доходом (США, Канада) имеют средние экологические следы от 8 до 10 га, т.е. почти в 20 раз больше, чем экоследы граждан беднейших стран, таких как Бангладеш или Мозамбик. Экослед связан с современным представлением о среде жизни человека, включающей в себя несколько сред: самую близкую внутреннюю среду организма; ближайшую среду жилья, семьи;

Используя различные методики, исследователи оценили размер городского экоследа. Анализ показал, что экоследы городов развитых стран в 200 – 300 раз больше, чем занимаемые ими географические территории. Например, Ванкувер (Канада) занимал в 1966 г. территорию 11,4 км² (11 400 га) и насчитывал приблизительно 472 тыс. жителей. При экологическом следе примерно 7,7 га на жителя совокупный экослед Ванкувера был в 319 раз больше его площади. Совокупный экослед Торонто (2 385 тыс. чел.) в 288 раз больше, чем географическая площадь города (630 км²). Чтобы выдержать население одного Лондона, требуется экологически производительная площадь земли всей Англии (следовательно, Англия «живет» за счет территорий других стран). Экологический след Токио в 1,2 раза больше территории всей Японии. Такие же результаты были получены при исследованиях экоследов городов Азии и Австралии. Города – интенсивные узлы потребления, почти полностью поддерживаемые биофизическими процессами производства и функциями жизнеобеспечения далеко вне их политических и географических границ. Город может занимать десятую часть процента от площади экосистемы, которая выдерживает его. Поэтому даже в устойчивом мире ни один город не может быть устойчив на своей территории. Это подчеркивает проблемы городской уязвимости как зависимости от удаленных экосистем, превращающиеся в серьезный риск при глобальной экологической или политической неустойчивости.

Таким образом, несмотря на рост качества городской среды в некоторых развитых странах, города во многом негативны и для экосистем, и для жителей. Эксперты Всемирного банка указывают на множество критических факторов для среды городов, начиная от скученности населения и кончая выбросами загрязнений в среду, что приводит к нивелированию многих преимуществ проживания в городе. Об этом свидетельствуют и недостаточная безопасность

жизни, высокая доля людей, становящихся жертвами преступлений в современных городах. Для Буэнос-Айреса этот показатель составляет 61,1 %, для Москвы – 26,3%, для Баку – 8,3 %.

Указанные выше проблемы характерны для столицы России. В городе растет плотность населения и не увеличивается площадь озелененных территорий. Дворы Москвы заполнили «ракушки». Исчезают уютные зеленые дворики, возникают бесформенные междомовые пространства среди высоких жилых домов. В городе практически нет ни одного квадратного метра совершенно чистой природной среды, зато много загрязненной, постоянные «пробки» на дорогах. Визуальная, запаховая и звуковая среды города чаще всего негативны для его жителей. Нет необходимого движения к созданию экологического каркаса города с объединением всех городских и загородных природных территорий экологическими коридорами. Продолжается экологически недопустимая застройка территорий Подмосковья – окружающей природной среды Москвы, хотя без экологически обоснованной природной территории вокруг города (диаметр условного природного круга вокруг Москвы по приближенным подсчетам должен быть не менее 400 км при достаточно высокой облесенности) Москва не сможет поддерживать необходимое качество среды, не будет экологического равновесия.

Несмотря на негативность ряда тенденций урбанизации новые данные, приведенные в большом международном исследовании «Экологическая оценка тысячелетия» (2005 г.), свидетельствуют, что города могут снизить некоторые антропогенные нагрузки вследствие концентрации населения, потоков веществ и энергии. Предполагаемое (далеко не полностью изученное) объяснение этому явлению основывается на городских факторах устойчивости:

- высокая плотность населения уменьшает потребность в занятой земле на жителя;
- снижаются приходящиеся на жителя затраты на обеспечение водой, системы коллекторов, сбор отходов и большинство других общественных удобств;
- многоквартирные жилые дома уменьшают потребление на жителя строительных материалов и затраты на обслуживание, могут уменьшать спрос на бытовые приборы и личные автомобили;
- свободный доступ к городским удобствам, пешеходному движению, езде на велосипеде и общественному транспорту уменьшает спрос на частные автомобили, снижает потребление энергии и загрязнение;
- высокая плотность и разнообразие инфраструктуры связи сокращают потребность в энергии;

- большие возможности для рециркуляции строительных материалов, их повторного использования, переработки; концентрация специализированных предприятий;
- использование сбросной энергии (высокотемпературных процессов и др.), сокращение спроса на энергию;
- возможность реализации «индустриальной экологии» (создания замкнутых индустриальных парков, в которых ненужная энергия или материалы одних фирм являются исходными материалами для других).

В указанном исследовании предполагается, что увеличенная плотность жителей и снижение материальных затрат для высотных жилых домов в сравнении с индивидуальными зданиями уменьшают примерно на 40 % ту часть экологического следа на жителя, которая связана с жильем и потребностями транспорта.

С этой точки зрения расползающиеся города менее эффективны по затратам энергии на транспорт, чем компактные города.

Важный фактор урбанизации – увеличение применения информационных технологий связи, которые облегчили расширение рынков и контроль над национальным и международным экономическим пространством (глобализацию). Образовались новые индустриальные регионы, основанные на информационных технологиях связи (Западный полумесяц вокруг Лондона; секторы юго-запада Парижа, юга Франции; Мюнхенская область; Кремниевая Долина в США), и несколько городских высокотехнологичных центров (Мюнхен, Токио).

Во многих городах мира используется зонирование территорий для защиты зеленых территорий и парков, зеленых коридоров и поясов, для улучшения качества воздуха в городе, сохранения заболоченных земель, культурного наследия, прибрежных областей, открытых площадей, сельхозугодий внутри города. Благодаря совершенствованию технологий многие города развитых стран частично преодолели некоторые проблемы окружающей среды. Внутренняя среда этих городов зачастую имеет хорошее качество. Однако это свидетельствует лишь о перемещении проблемных (с точки зрения экологии) зон в региональном и глобальном масштабах.

Рост интенсивности движения и числа автомобилей отрицательно воздействует на городскую среду, в первую очередь на качество воздуха и воды. Транспорт – существенный источник эмиссии тепличных (т.е. приводящих к парниковому эффекту) газов, хотя эмиссия – только часть проблемы больших изменений экосистем. Но и в этом аспекте развития городов есть положительные тенденции урбанизации. Например, городской общественный транспорт растет, хотя и неравномерно, почти всюду в развитых странах. Для особенно плотных поселений, которые быстро заполняются автомобилями, можно с помощью

информационных технологий, рационального планирования транспорта и финансирования работы, создавать менее «автозависимые» города. Например, автобусное движение в ряде латиноамериканских городов не только обеспечивает решение транспортных проблем, но и ограничивает пользование автомобилями, что снижает загрязнение воздуха.

Иногда решению проблем загрязнения территорий помогает «индустриальное переселение» как часть процесса урбанизации. Индустриальное переселение часто предпринимается для улучшения качества окружающей среды. Так, в г. Далянь в Китае, начиная с 1995 г., были успешно перемещены в пригородные области более 100 загрязняющих предприятий, что существенно улучшило качество окружающей среды. В Иокогаме сотни загрязняющих предприятий были перемещены в прибрежную область с превращением ее в индустриальный парк. Корпорация окружающей среды Японии, начиная с 1970 г., осуществила переселение 4 тыс. предприятий из городского центра и жилых областей. В Сеуле было перемещено более 2 тыс. загрязняющих предприятий. Но если такая стратегия эффективна для сокращения воздействий на окружающую среду в городах, избавляющихся от заводов, она может привести к серьезным последствиям для окружающей среды и экосистем территорий получателя, если они не контролируются. Большинство городов стимулирует переселение, освобождая предприятия от налогов или сокращая их. Некоторые города применили строгие меры к тем отраслям загрязняющей промышленности, которые не сумели переместить свои объекты в пределах назначенного времени. Но иногда в результате индустриального переселения загрязнения просто перемещаются из города в пригород. Индустриальное переселение часто проводится в целях уменьшения загрязнения в городе-экспортере и потому направлено на рост качества городской среды, а не на уменьшение загрязнений в целом. Кроме того, получатель обычно активно привлекает промышленные предприятия, даже если они загрязняют среду, а нормы по защите окружающей среды в пригородах часто не столь строги, как в городах-экспортерах.

Можно выделить следующие этапы формирования среды обитания (городской среды) как результат взаимодействия человека и природы:

- естественные «биотические» взаимоотношения человека с природой на уровне отношений других высших животных; «мягкое» приспособление природной среды к удовлетворению биологических потребностей;

- стихийное формирование среды первых поселений, разработка и применение первых орудий труда для «жесткого» приспособления природы к удовлетворению растущих потребностей; возложение на природу не свойственных ей функций абсорбции всех новых, необычных для нее загрязнений (помимо обычных разлагаемых биологических);

— все более «жесткое» воздействие на природу, поддерживаемое расширившимися возможностями человека в связи с производством энергии; начало формирования загрязненной техногенной среды городов, рост дифференциации качества городских сред и их социально-экономического неравенства;

— научно-техническая революция, «жесткое» изъятие ресурсов, крупномасштабные вмешательства в природу, резкое расширение негативных антропогенных воздействий на природную среду, формирование дифференцированной техногенной среды городов;

— начало глобального экологического кризиса, резкий рост изъятия невозобновляемых ресурсов и антропогенных воздействий, загрязнений, социально-экономическое и социально-экологическое расслоения среды;

— наряду с продолжением кризиса начало формирования первого этапа длительного перехода к устойчивому, экологически поддерживающему развитию, к реставрации ландшафтов и сохранению природы;

— наступающий (гипотетический) этап глобальной экологизации поселений и всей человеческой деятельности и перехода к сокращению экологического следа отдельных городов, стран и всего человечества.

Учитывая двойственность эволюции городов (реальность и неотвратимость тенденций роста современных городов, повышение качества жизни и степени удовлетворения потребностей жителей и вместе с тем увеличение загрязнений, отступление природы) необходимо максимально экологизировать городскую среду, взаимоотношения городов и природы, органично соединить город и природу в единое целое. Причем наиболее трудны задачи экологизации для урбоареалов и мегаполисов, где естественная природа находится далеко от города, из-за чего ее положительное влияние незначительно.

В этих условиях движение к городам со здоровой средой – одна из важнейших целей человечества. Это задача не только чрезвычайной важности, но и исключительной трудности в условиях роста городов и размеров зданий, появления новых потребностей, удовлетворяемых только техникой. Нужны новые природоохранные и природовосстанавливающие решения, новые экологичные технологии во всех областях жизни и деятельности в городах и одновременно новое, более экологичное мышление, экологическая культура. Только такой комплекс мероприятий позволит сохранить природу Земли и создать экологически обоснованное высокое качество жизни в поселениях.

3.Динамика урбанизации в России

Динамика численности городского населения, проживающего в городах и поселках городского типа, за последние 30 лет приведена в табл.3.1. Незначительное снижение доли городского населения (около 1%), начавшееся с

1991 г., объясняется в основном административными преобразованиями. Они связаны с изменением статуса городских поселений, перешедших в последние годы в сельские населенные пункты. Эти преобразования в большей степени затронули Алтайский край, Карелию, Ростовскую и Томскую области.

Динамика роста числа городов России и численности жителей в них во второй половине XX века приведена в табл. 3.1 и 3.2. Из них следует, что наиболее быстро увеличивается население больших городов и городов более крупного ранга. Так, за 40 лет, с 1959 по 1999 гг., население больших и крупных городов возросло на 18 млн. человек, крупнейших и сверхкрупных – почти на 17 млн. человек, в то же время население малых и средних городов увеличилось только на 8 млн. человек. По статистическим данным на 1 января 2000 г. на территории России располагается 1087 городов. Из этого количества 164 города относятся к большим городам и городам более крупного ранга. В этих городах проживает 66 млн. жителей, что составляет 63% городского населения или почти 46% всего населения страны.

Таблица 3.1. Динамика численности населения Российской Федерации

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

Таблица 3.2. Динамика числа городов Российской Федерации

Год	Количество городов с числом жителей, тыс. чел.							Всего
	До 10	10...19,9	20...49,9	50...99,9	100...499,9	500..999,9	1000 и более	
1959	161	238	289	97	78	12	2	877
1970	129	260	342	114	107	11	6	969

1995	107	259	370	175	136	20	12	1079
2000	116	273	361	173	131	21	12	1087

Таблица 3.3. Динамика численности населения городов Российской Федерации

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

В течение длительного времени в России существовало только два города-миллионера – это Москва и Санкт-Петербург. С конца 1960-х годов к ним присоединились новые города. По статистическим данным на 1 января 2000 г., число городов с численностью населения 1 млн. и более человек составляет 12. Ими являются города Москва (8,4 млн.), Санкт-Петербург (4,7 млн.), Новосибирск (1,4 млн.), Нижний Новгород (1,4 млн.), Екатеринбург (1,3 млн.), Самара (1,2 млн.), Омск (1,2 млн.), Казань (1,1 млн.), Уфа (1,1 млн.), Челябинск (1,1 млн.), Ростов-на-Дону (1,0 млн.), Пермь (1,0 млн.). Москва и Санкт-Петербург относятся к сверхкрупным городам, остальные 10 городов являются крупнейшими. В городах-миллионерах проживает 24,4 млн. человек, что составляет 23% численности городского населения России. К городам-миллионерам приближается Волгоград, имеющий 993 тыс. жителей.

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

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

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

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

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

Качественный сдвиг российской урбанизации выразился в возникновении городов новых типов. Среди них города-энергетики (Электрогорск, Волхов, Обнинск, Сосновый Бор и др.), города-центры науки (Жуковский, Королев, Дубна, Пущино), академгородки в составе крупных городов (Новосибирск, Красноярск, Иркутск, Томск). Специфика отраслей народного хозяйства города определяет экологическое состояние окружающей среды.

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

Центральные зоны многих городов Сибири до сих пор заняты частной одноэтажной застройкой. Неблагоустроенность застройки отрицательно отражается на санитарно-гигиенических условиях и, как следствие, на уровне жизни населения. Такое положение сложилось, в частности, в результате принятых когда-то волюнтаристских решений в области градостроительства. Так, согласно постановлению правительства от 31 июля 1957 г. «О развитии

жилищного строительства в СССР», совершен «переход к строительству крупных массивов на свободных территориях без сноса жилых домов, пригодных для проживания».

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

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

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

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

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

Вместе с населением растут территории городов. За счет территориального роста городов и возрастания числа агломераций увеличиваются площади урбанизированных территорий. Усиливается их влияние на прилегающие районы и природную среду всей планеты. Урбанизация способствует возникновению не только местных, но и глобальных экологических проблем. Она сопровождается преобразованием ландшафтов, способствует изменению биохимических циклов

Земли. Крупный город изменяет все компоненты природной среды – атмосферный воздух, почву, растительность, поверхностные и подземные воды. Он воздействует на рельеф, грунты, гидрологическую сеть и даже на климат.

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

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

4. Среда жизни человека. Понятие «Городская среда»

Для обозначения совокупности экологических условий широко используются понятия «окружающая среда» и «среда обитания». При этом, прежде всего, подразумевается среда жизни человека. Термин «окружающая среда» принято применять только по отношению к человеку или человеческому обществу. Применительно к другим организмам используются термины «внешняя среда», «среда обитания».

Окружающая человека среда по Н.Ф. Реймерсу (1994) состоит из четырех взаимосвязанных компонентов-подсистем:

1. собственно природной среды,
2. порожденной агротехнической среды – «второй природы»,
3. искусственной среды – «третьей природы»,
4. социальной среды.

Природная среда, окружающая человека – факторы чисто естественного или природно-антропогенного системного происхождения прямо или косвенно воздействующие на человека. К этим факторам относят энергетическое состояние среды (тепловое и волновое, включая магнитное и гравитационное поля); химический и динамический характер атмосферы; водный компонент, биологическая часть экологических систем (растительность, животный мир), плотность населения и взаимовлияние самих людей как биологический фактор.

Среда «второй природы», или квазиприродная среда – все модификации природной среды, искусственно преобразованные людьми и характеризующиеся свойством отсутствия системного самоподдержания (пахотные земли, культурные ландшафты, грунтовые дороги, внешнее пространство населенных мест, зеленые насаждения). Все эти образования представляют собой видоизмененную природную среду и не являются чисто искусственными.

«Третья природа» или артеприродная среда – весь искусственный мир, созданный человеком, не имеющий аналогов в естественной природе и без

непрерывного обновления немедленно начинающий разрушаться. Например: асфальт и бетон современных городов, внутреннее пространство мест жизни и работы, транспортные объекты, технологическое оборудование, синтетика и т.д. Современного человека главным образом окружает артеприродная среда.

Социальная среда – культурно-психологический климат социальных групп и человечества в целом, создаваемый самими людьми и слагающийся из влияния людей как социально-биологических существ друг на друга.

Социальная среда интегрируется с природной, квазиприродной и артеприродной средами в общую совокупность окружающей человека среды. Все факторы каждой из рассматриваемых сред взаимосвязаны между собой и определяют качество среды жизни.

Понятия «окружающая среда города», «городская среда», «урбанизированная среда» в разных их модификациях в последнее время стали очень распространенными и приобрели значение ключевых. Термин «городская среда» и вообще «среда» употребляется в разных значениях. В наибольшей степени ориентировано на человека понятие *городской среды* как совокупности условий жизнедеятельности населения. В настоящее время можно говорить о двух взаимосвязанных сторонах городской среды:

1. Она выступает как комплекс условий жизни людей, «потребляющих» среду, удовлетворяющих свои потребности, что находится в прямой зависимости от качества среды.

2. Одновременно городская среда является совокупностью условий для творческой деятельности, формирующей новые направления в науке, искусстве, культуре и т.д. Общая тенденция развития и роста городов – прогрессирующее ухудшение в них условий жизни.

В более широком значении городская среда и среда населенных пунктов городского типа – это часть техносферы, т.е. биосферы, коренным образом преобразованной человеком в технические и техногенные объекты.

Городская среда включает в себя природные и искусственные компоненты, а также людей и их социальные группы. Таким образом, городская среда подразделяется на (1) абиотическую, (2) биотическую, (3) искусственную техническую, (4) искусственную духовно-культурную, и (5) социально-психологическую среду.

5. Научные основы урбоэкологии

5.1. Основные понятия урбоэкологии

Экологические последствия хозяйственной деятельности человека наблюдаются повсеместно, однако наиболее ярко они проявляются на урбанизированных территориях, и особенно в крупных городах. На картах

планеты появились так называемые «усталые города» – крупные промышленные центры, где явно растет число заболеваний сердечно-сосудистой системы, аллергических болезней, психических расстройств, синдрома стресса у жителей этих поселений.

Темпы роста населения мира в 1,5-2 раза ниже роста городского населения, к которому сегодня относится более половины людей планеты. Это объясняет интерес к исследованию города с позиции экологии. Вопросами экологии городской среды в настоящее время занимаются многие новые экологические направления, такие как:

Экологическая архитектура – новейшее направление в архитектуре, районной и городской планировке, стремящееся максимально учесть экологические и социально-экологические потребности конкретного человека от его рождения до глубокой старости.

В 50-х годах XX века появилась **экистика** – урбанистическая наука, изучающая формирование и эволюцию человеческих поселений. Целью экистики является создание моделей поселений (городов) различной величины с оптимальным сочетанием элементов их планировочной структуры и окружающей природной среды. Предметом экистики является также внутренняя среда помещений.

Еще одной научной дисциплиной, затрагивающей вопросы экологии городской среды, и, в частности вопросы экологии жилища, является **аркология**. **Аркология** – наука о взаимодействиях искусственных объектов, в том числе архитектурных, с окружающей средой, о методах проектирования «экологических» зданий и сооружений.

Градостроительная экология – комплекс градостроительных, медико-биологических, географических, социально-экономических и технических наук. В рамках этой дисциплины изучают взаимодействия искусственной и природной сред на территориях городов и зон их влияния; исследуют особую экосистему – город. Она объединила знания о регионах и агломерациях, городах и их элементах. Некоторые ученые называют ее **урбоэкологией**. Объекты урбоэкологии – это системы расселения разного ранга, городские агломерации, города, сельские населенные пункты, городские районы, жилые микрорайоны и кварталы вплоть до отдельных зданий и сооружений. Предмет урбоэкологии составляют исследование процессов взаимодействия урбанизированной и природной среды, а также разработка градостроительных предложений, направленных на охрану здоровья населения городов и других поселений, охрану литосферы, гидросферы, атмосферы и биоты от негативного воздействия урбанизации и городской застройки.

Город занимает определенную часть земной поверхности, имеет в составе популяцию человека с высоким показателем плотности, производственный комплекс, инфраструктуру и специфическую природную, искусственную и социально-культурную среду обитания и, таким образом, представляет собой *урбогеосоциосистему*. Города являются открытыми системами, элементы которых связаны между собой и с внешней средой потоками энергии, вещества и информации. Город формируется на основе природной экосистемы, которая изменяется и функционирует под влиянием техногенных и социальных факторов. Таким образом, в состав комплексной урбогеосоциосистемы входят:

- урбоэкосистема, т.е. видоизмененная под воздействием человека природная экосистема городской территории;
- социальная подсистема, т.е. функционально дифференцированная совокупность людей, или социосфера города;
- промышленный комплекс или техносфера города.

Из обширного свода законов, закономерностей, правил биоэкологии, урбоэкология использует 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 некоторые другие. В сильно обобщенном виде эти понятия, принципы и закономерности, можно сформулировать как ряд следующих *положений, существенных для урбоэкологии*:

- 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 трех процентов выводит систему из состояния гомеостаза;
- важность учета 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 различного вида (экотонах) значительно выше, чем в самих биогеоценозах и, следовательно, природная среда в пределах стыковых зон обладает большей устойчивостью и пластичностью);
- для урбоэкологии особое значение имеют прикладные аспекты синэкологии, в основном, на биогеоценоотическом 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 особо охраняемых природных территорий – заповедников, заказников, национальных парков и др.)*.

5.2. Методологические подходы в урбоэкологии

Наиболее существенные научные подходы урбоэкологии – территориально-градостроительный, комплексный, системный и биоэкологический.

Территориально-градостроительный подход. Применительно к решению задач урбоэкологии этот подход определяется особенностью мероприятий по охране окружающей природной среды, намечаемых 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 одинаково важно и для аналитических, и для конструктивных разделов, для антропогенной и природной составляющих данной территории, поскольку только совместное рассмотрение всех многообразных проблем может привести к принятию действительно обоснованных и серьезных проектных решений.

Системный подход. Идея системного подхода – рассмотрение того или иного явления как сложного целого, состоящего из совокупности взаимосвязанных элементов – не нова для многих отраслей знания. В частности, и градостроительство (включающее и урбоэкологию) по своей сущности является системной дисциплиной поскольку главное его содержание состоит в том, чтобы на основе анализа и синтеза взаимосвязей природных, социально-экономических и технических составляющих территории создать интегрированную модель района и в конкретных условиях наметить систему мероприятий для ее реализации.

Число способов системного представления объекта может быть очень большим, поскольку это представление субъективно. Но в любом случае необходимо учитывать два наиболее важных условия: первое – комплексный охват всех существенных природных, экономических и экологических факторов и второе – расчленение любой сложной проблемы на ряд проблем более низкого уровня, требующих своего особого подхода и имеющих наилучшее решение для рационального функционирования системы в целом.

Биоэкономический подход. Большие масштабы хозяйственной деятельности наносят природной среде огромный ущерб. Но существуют и интенсивные отрицательные обратные связи – угнетение и деградация природы оборачивается для экономики, социальной сферы, общества в целом колоссальными потерями. Чем выше уровень загрязнений окружающей среды, тем больше соответствующие затраты на их предотвращение. Дальнейший рост этих затрат в конце концов может сделать убыточным любое производство. С другой стороны, чем ниже затраты на очистку среды, тем больше ущерб от загрязнений и других нарушений в природной среде. В этом заключается экономическое содержание проблемы поиска оптимальных воздействий на природу.

6. Своеобразие урбоэкосистем

Ю.Одум (1986) предложил классификацию экосистем, опираясь на их энергетические особенности, выделив «четыре функциональных типа экосистем»:

1. Природные: движимые Солнцем, несубсидируемые (океаны, высокогорные леса).
2. Природные, движимые Солнцем, субсидируемые другими природными источниками (речные экосистемы – субсидируемые энергией течений).
3. Движимые солнцем и субсидируемые человеком (агроэкосистемы).
4. Индустриально-городские, движимые топливом. По сравнению с потоком энергии в природных экосистемах, здесь ее расход на 2-3 порядка выше.

Данная классификация, основанная на свойствах среды, принципиально отличается от биомной, основанной на структуре экосистем.

Основные отличительные черты городской экосистемы:

1) **Имеются определенные особенности в функции трофических уровней в городе.** Автотрофная составляющая, т.е. городской «зеленый пояс», имеет, в основном, эстетическую, рекреационную ценность. Более половины годовичного прироста автотрофов в виде древесины, листьев и срезанной травы вывозится на свалки. Гетеротрофная составляющая городских экосистем обеднена (снижено видовое разнообразие). Характерно формирование синантропных и эвритропных экосистем.

2) **Город – зависимая экосистема**, полностью зависящая от окружения. Города используют в огромном количестве энергию топлива, добываемого, как правило, не на месте. Город не обеспечен и кислородом: он живет за счет ресурсов окружающей атмосферы. Например, в среднем город потребляет 30 млн.т кислорода, производя 25-30 тыс. т (дефицит 29,7 млн.т, для покрытия которого требуется озелененная территория 5000-6000 тыс. га). Город выкачивает грунтовые воды или же снабжается водой из ближайших водоемов. Если сравнить «импорт» и «экспорт» основных пищевых продуктов, строительных материалов, промышленного сырья и топлива в больших городах, то «импорт» превышает «экспорт» в среднем в 10 раз. Территория, обеспечивающая минимально необходимые потребности миллионного города в воздухе в 20, а в воде, пище и рекреации в 10 раз превышает территорию самого города.

3) **Город отличается от природных экосистем интенсивным расходом энергии на единицу площади.** Потребность в энергии плотно населенных индустриально-городских районов на 2-3 порядка выше потока энергии, поддерживающего жизнь в естественных экосистемах, субсидируемых Солнцем. Для этого требуется большой приток концентрированной энергии извне (главным образом за счет сжигания ископаемого топлива). Солнечная энергия не только не используется, но и становится дорогостоящей помехой, нагревая бетон, асфальт и другие искусственные поверхности.

4) **Город – аккумулярующая система.** Помимо потребления природных ресурсов и энергии, города производят огромное количество отходов. Часть веществ оседает в водоемах, отлагается в почве, создаются даже новые положительные формы рельефа из отбросов. Ежегодно городом-миллионером производится и в основном накапливается на окружающих территориях около 3,5 млн. т твердых и концентрированных отходов примерно следующего состава (тыс. т): зола и шлаки теплоэлектростанций – 550; твердые остатки из общей канализации – 420; древесные отходы – 400; твердые бытовые отходы – 350; строительный мусор – 50; автопокрышки – 12; бумага – 9; текстиль – 8; стекломатериалы – 3. В природе также имеются некоторые аккумулярующие экосистемы, но в них отлагается более однообразный и малоактивный материал: в озерах – сапропель, в болотах – торф, в долинах рек – нанос паводков.

5) **Город – неравновесная экосистема.** На его территории нарушен равновесный экологический баланс. В отличие от природных экосистем развитие города определяется не естественным отбором и другими природными процессами, а деятельностью человека. За счет концентрации людей в городе отношение фитомассы к зоомассе иное, чем в естественной природе. Пищевые цепи нарушены. Процессы потребления ресурсов и выделения отходов сильно отличаются от круговорота веществ в природе.

6) Город – конгломерат искусственных экологических микросистем: зданий и сооружений жилой, промышленной и коммунально-складской застройки.

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 и тенденция перехода от экспансии к интенсивному росту (таблица 6.1.).

Таблица 6.1. Сравнение природных и городских экосистем (по Böhme, 1985)

Признак	Природная экосистема	Урбоэкосистема
Абиотические компоненты	Неорганические и органические вещества, климат, почва, воды	Антропогенное изменение исходных и появление новых компонентов
Биотические компоненты		
Продуценты	Превращают достаточное количество солнечной энергии в химическую энергию фотосинтезированного вещества.	Как правило, небольшой по объему декоративный компонент. Для питания консументов необходимо поступление связанной в веществе энергии из-за пределов системы.
Макроконсументы	Соответствуют принципу пирамиды масс	Резко преобладают; доминируют человек, немногие виды домашних и диких животных.
Микроконсументы	В состоянии минерализовать все мертвое органическое вещество.	Играют небольшую роль ввиду огромной массы отходов, которые должны транспортироваться за пределы системы и там перерабатываться.
Поток энергии	Каскадоподобный поток энергии, поступающей преимущественно от Солнца.	Солнечной энергии достаточно, приток энергии из вне.
Круговорот веществ	Замкнутый, объем внутреннего круговорота больше обмена с окружением системы.	Разорванный, объем внутреннего круговорота веществ меньше обмена с окружением. Поступление биомассы для поддержания макроконсументов из-за пределов экосистемы.
Продуктивность	В начале сукцессии высокая, затем снижается до сравнительно низкого уровня (климакс).	Незначительная, подчинена потребностям человека.
Стабильность	Сравнительно высокая, динамическое равновесие.	Низкая, система постоянно подвергается различным

		антропогенным нарушениям.
Способность к регуляции	Саморегуляция	Почти отсутствует, человек должен выполнять регуляторную функцию, дополнительно затрачивая вещество и энергию.
Пищевые цепи	В виде многозвенных биоценотических коннексов.	В значительной степени случайные, обычно короткие.

7. Микроклимат городской среды. Образование «острова тепла»

Города, особенно крупные, имеют свой микроклимат, существенно отличающийся от окружающей среды. На метеорологический режим города влияют следующие факторы:

1. изменение альбедо (отношение отраженной радиации к суммарной) земной поверхности, которое для застроенных районов обычно меньше, чем для загородной местности;
2. уменьшение средней величины испарения с земной поверхности;
3. выделение тепла, создаваемого различными видами хозяйственной деятельности;
4. увеличение в черте города шероховатости земной поверхности по сравнению с загородной местностью;
5. загрязнение атмосферы различными примесями, образуемыми в результате хозяйственной деятельности.

Таким образом, архитектурно-планировочные и техногенные особенности городской территории способствуют формированию местного климата, отличного от климата пригородных территорий (табл. 7.1.).

Таблица 7.1. Различия климата в крупных городах и прилегающей сельской местности в средних широтах

Метеорологические факторы	В городе, по сравнению с сельской местностью
Радиация общая	на 15 – 20% ниже
Ультрафиолетовое излучение зимой	на 30% ниже
Ультрафиолетовое излучение летом	на 5% ниже
Продолжительность солнечного сияния	на 5-15% ниже
Температура среднегодовая	на 0,5 – 1,0 °С выше
средняя зимняя	на 1 -2 °С выше
Продолжительность отопительного сезона	на 10% меньше
Примеси	
- ядра конденсации и частицы	в 10 раз больше
- газовые примеси	в 5 – 25 раз больше
Скорость ветра среднегодовая	на 20 – 30% ниже
штормовая	на 10 – 20% ниже

штили	на 5 – 20% чаще
Осадки суммарные в виде снега	на 5 – 10% больше на 5% меньше
Число дней с осадками меньше 5 мм	на 10% больше
Количество облаков	на 5 – 10% больше
Повторяемость туманов зимой летом	на 100% больше на 30% больше
Относительная влажность летом	на 8% меньше на 11 - 20% меньше
Грозы (частота)	в 1,5 – 2 раза меньше

7.1. Радиационный и тепловой баланс

Радиационный баланс земной поверхности, представляющий собой разность между приходящей в виде радиации солнечной энергии и собственным излучением земли как планеты, составляет 29 единиц. Это и есть именно та величина, которая расходуется собственно на «тепловые нужды» планеты Земля. Из этого количества наибольшая часть уходит на испарение воды с поверхности суши и океанов – 24%, остальное тепло расходуется на нагревание поверхности земли и приземного слоя атмосферы. Принято считать, что за длительное время тепловой баланс всей системы «земля-атмосфера» равен нулю, т.е. Земля как планета находится в состоянии теплового равновесия.

Рассматривая *структуру теплового баланса в городе* можно выделить следующие особенности:

- тепловой баланс в городе складывается из естественной и техногенной составляющих;
- каждая из этих составляющих имеет приходные и расходные части, однако принято считать, что в годовом цикле приходная и расходная части уравновешены;
- размер приходной части техногенной составляющей теплового баланса имеет тот порядок, что и исходная часть естественного баланса, однако говорить о сравнимости этих частей можно только в холодное время года, когда приход солнечной радиации минимален в годовом ходе, а расход энергоресурсов – наоборот, максимален;
- в теплое полугодие влияние городской застройки на тепловой баланс выражается, главным образом, в увеличении поглощенной части солнечной радиации за счет снижения альбедо территории города по сравнению с незастроенными территориями.
- солнечная радиация в условиях крупных промышленных центров оказывается пониженной вследствие уменьшения прозрачности воздуха, высокой застройки в узких улицах;

Снижение альбедо городской застройки увеличивает приходную часть теплового баланса на величину, имеющую больший размер, чем все приходные части техногенного теплового баланса в зимнее время.

Из-за уменьшения прозрачности воздуха в городах меняется его спектральный состав, который обеднен фотосинтетически активной радиацией.

Таким образом, за счет перераспределения составляющих теплового баланса в летнее время город летом оказывает более заметное, чем зимой, влияние на собственную климатическую систему. Отсюда и более заметное влияние городской застройки на основные климатические характеристики (температура воздуха и почвы, влажность воздуха, осадки) именно в летнее время, о чем будет сказано ниже.

7.2. Основные закономерности микроклимата в условиях застройки.

Тепловой режим. Температура воздуха испытывает наиболее сильное влияние урбанизации территории и несомненно является одним из наиболее ощутимых населением метеопараметром. Температурные различия между урбанизированной территорией и окружающими ее неосвоенными или слабо освоенными ландшафтами зависят от ряда факторов. Прежде всего, это размеры города, плотность застройки его территории и синоптические условия, характер погоды в данный момент времени.

Одной из наиболее значительных особенностей городского климата является возникновение в городе так называемого *«острова тепла»*, который характеризуется повышенными по сравнению с загородной местностью температурами воздуха (рис. 7.1). Возникает это явление сразу по нескольким причинам.

Во-первых, в городах уменьшается альбедо подстилающей поверхности вследствие появления на ней зданий, сооружений, искусственных покрытий. Уменьшение альбедо в результате застройки территории приводит к более интенсивному по сравнению с незастроенными территориями поглощению солнечной радиации, накоплению конструкциями зданий и сооружений поглощенного днем тепла с его отдачей в атмосферу в вечерние и ночные часы. Кроме того, на урбанизированных территориях резко уменьшается расход тепла на испарение за счет сокращения площадей с открытым почвенным покровом и занятых зелеными насаждениями, а быстрое удаление атмосферных осадков системами дождевой канализации не позволяет создавать запас влаги в почвах и поверхностных водоемах. Городская застройка также приводит к формированию зон застоя воздуха, при малых скоростях ветра препятствует турбулентному перемешиванию приземного слоя атмосферы и выносу тепла в ее вышележащие слои. Следовательно, теплоотдача застройки за счет ухудшения условий турбулентного перемешивания в приземном слое уменьшается по сравнению с

незастроенными территориями, тепло как бы накапливается внутри застройки, приводя к ее перегреву.

Во-вторых, образованию «острова тепла» на территории города способствует изменение прозрачности атмосферы. Поступающие в атмосферный воздух различные примеси от предприятий и транспорта приводят к существенному уменьшению суммарной солнечной радиации. Но в еще большей степени они уменьшают встречное инфракрасное излучение земной поверхности, что в сочетании с теплоотдачей зданий и промышленных объектов приводит к появлению местного «парникового эффекта» и развитию на территории городов аномалий температуры, т.е. город как бы «накрывается» одеялом из парниковых газов и аэрозольных частиц.

Наиболее ярко контраст температуры город-пригород проявляется в ясную, безветренную погоду и исчезает в ветреную облачную погоду. В вечернее время и первые после захода солнца часы за счет особенностей процессов формирования острова тепла температурный контраст резче, чем в полдень, а летом проявляется лучше, чем зимой при аналогичных синоптических ситуациях.

Средняя температура воздуха в большом городе обычно выше температуры окружающих районов на 1– 2 °С, однако ночью при небольшом ветре разность температур может достигать 6– 8 °С. Над центрами крупных городов «остров тепла» возвышается на 100– 150 м, а в городах меньших размеров – на 30– 40 м. Закономерности изменения температуры воздуха при переходе от сельской местности к центральной части города показаны на рисунке 7.1. На границе раздела «город – сельская местность» возникает значительный горизонтальный градиент температуры, соответствующий «утесам острова тепла», достигающий иногда 4 °С/км. Большая часть города представляет «плато» теплого воздуха с повышением температуры по направлению к центру города. Термическая однородность «плато» нарушается «разрывами» общего характера поверхности в виде областей холода – парки, водоемы, луга и областей тепла – промышленные предприятия, плотная застройка зданиями.

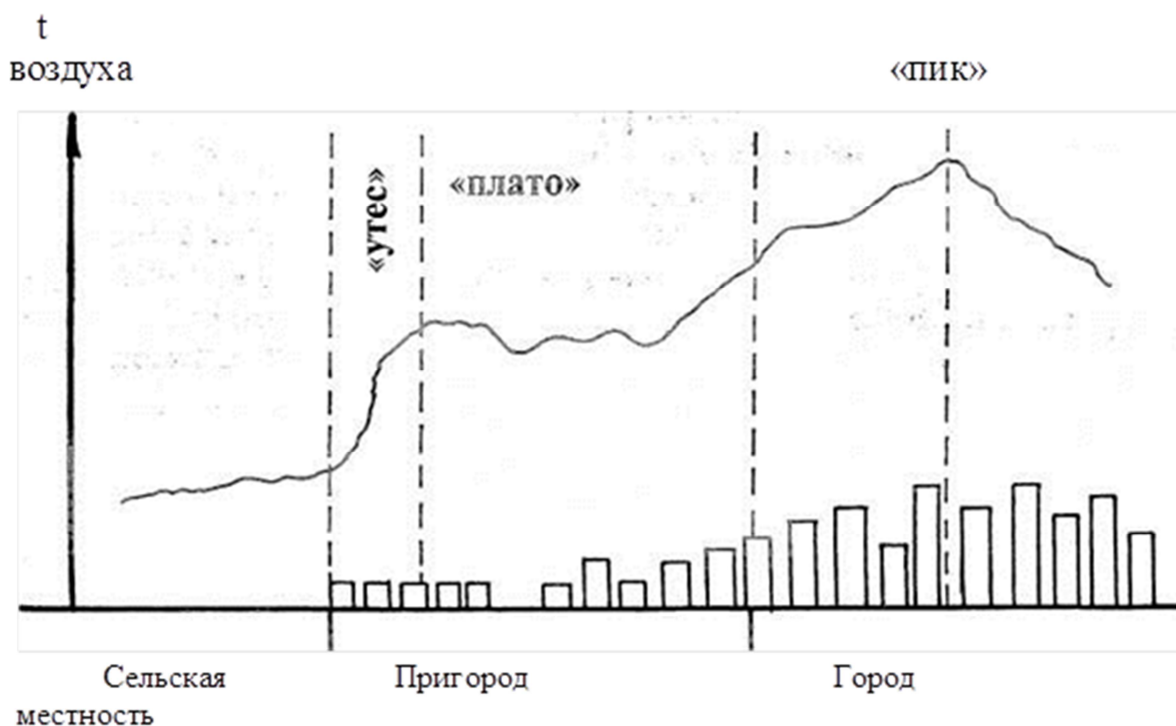


Рис. 7.1. Закономерности изменения температуры воздуха при переходе от сельской местности к центральной части города

Сечение «острова тепла» над городом

Над центральной частью больших городов располагается «пик острова тепла», где температура воздуха максимальна. В крупных агломерациях может наблюдаться несколько таких «пиков», обусловленных наличием промышленных предприятий.

Формирование «острова тепла» на застроенных территориях имеет целый ряд прямых или косвенных экологических и биоклиматических эффектов и последствий как положительного, так и отрицательного характера. Приведем примеры. Прямой отрицательный биоклиматический эффект «острова тепла» — снижение в летнее время комфортности условий пребывания населения на территории города в результате повышения температуры воздуха в сочетании с уменьшением скорости ветра. В холодное время года биоклиматический эффект носит позитивный характер. За счет тех же факторов, а также за счет повышения абсолютных минимумов температуры дискомфортность условий пребывания населения на открытых пространствах уменьшается.

Экологические последствия эффекта «острова тепла»:

- «Смещение» территории города по своим климатическим характеристикам в южном направлении: увеличиваются безморозный и бесснежный периоды на территории города, более раннее наступление вегетационного периода.

- Увеличение числа дней с оттепелями. В холодное полугодие переход температуры воздуха через 0°C создает проблемы не только хозяйственным, дорожно-эксплуатационным службам города, но и состоянию компонентов его природной среды, в первую очередь – зеленой растительности.

Влажность воздуха, туманы и атмосферные осадки также изменяются под влиянием городской застройки, однако эти изменения носят менее очевидный характер и являются звеньями более сложной цепи причинно-следственных связей.

Влажность воздуха в городе изменяется (на застроенных участках понижается абсолютная и относительная влажность воздуха) под действием нескольких факторов, перечислим основные из них:

- существование на территории города «острова тепла» (с данной аномалией связывают примерно половину величины снижения относительной влажности воздуха);

- снижение проницаемости для осадков подстилающей поверхности и создание инженерных сетей по отводу поверхностного стока с территории города;

- уменьшение испарения в условиях городской среды.

Снижение значения абсолютной влажности воздуха, наблюдается в теплое полугодие на большей части территории городов, расположенных в умеренной климатической зоне. В холодное время года абсолютная влажность в черте города, наоборот, выше, чем за городом. Это объясняется повышенной температурой воздуха в городе и, как следствие, повышением испарения снежного покрова, а также техногенной эмиссией водяного пара в процессе сжигания органического топлива (конечным продуктом которого является водяной пар).

Образование туманов имеет целый ряд физических причин. По генетической классификации выделяют туманы испарения, охлаждения, туманы смешения и туманы восхождения. Для большинства городов умеренной зоны, расположенных на равнинах, наиболее характерны туманы охлаждения, которые подразделяются на:

- адвективные;

- радиационные.

Адвективные туманы возникают при адвекции теплых воздушных масс на холодную подстилающую поверхность, что приводит к охлаждению воздуха и конденсации влаги. Эти туманы характерны для холодного полугодия. Продолжительность таких туманов может составлять от нескольких часов до суток и более.

Радиационные туманы связаны с понижениями температуры в ее суточном ходе, чаще всего наблюдаются в теплое полугодие при спокойной ясной погоде в вечерние и утренние часы.

Повторяемость и продолжительность туманов в естественных условиях определяется ходом температуры, количеством влаги в атмосфере, атмосферными процессами и рельефом местности. В городских условиях эта связь осложняется еще несколькими факторами антропогенного характера, прежде всего – «островом тепла», антропогенной эмиссией водяного пара и наличием в воздухе ядер конденсации. За счет «острова тепла» к центру города повторяемость (число дней с туманами) и продолжительность туманов уменьшается. Опасность туманов для экологии городской среды заключается в том, что капли тумана растворяют находящиеся в атмосфере загрязняющие вещества, которые, взаимодействуя друг с другом и солнечной радиацией, способны образовывать химические соединения, более сложные и опасные для здоровья населения и растений, чем исходные загрязнители атмосферного воздуха (например, $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$).

Своеобразие *формирования облачности и осадков над городом* (по сравнению с аналогичной по остальным параметрам незастроенной территории) определяется двумя антропогенными факторами:

- Более развитой конвекцией. Данный фактор играет главную роль летом, стимулируя образование внутримассовых кучевых и кучево-дождевых облаков.

- Огромным количеством выбрасываемых в атмосферу гигроскопических ядер конденсации. Присутствие в воздухе ядер конденсации антропогенного происхождения настолько стимулирует процесс осадкообразования в возникающих облаках, что с подветренной стороны может даже наблюдаться заметное (на 2-3 мкм) уменьшение диаметров облачных и дождевых капель, т.е. образование облаков и дождя над городом «опережает» естественное развитие событий.

Второй фактор доминирует над первым зимой, способствуя более быстрой конденсации влаги в слоях, характеризующихся инверсией температуры, поскольку зимой влаги в городском воздухе больше, чем в сельской местности. Для обоих сезонов отмечается увеличение осадков с наветренной стороны городов.

С точки зрения экологических последствий влияния городов на выпадение осадков следует отметить, что зимой отмечается снижение до 5% в выпадении снега, летом наибольшие суммы осадков выпадают над городом, но не в центре, а на окраине.

Движение воздушных масс. Поле скорости ветра в условиях города находится под влиянием двух основных факторов: шероховатости подстилающей поверхности (городской застройки) и городских «островов» тепла.

Следует отметить, что влияние городской застройки на среднюю скорость ветра не однозначно. С одной стороны, это связано с тем, что очень часто влияние застройки «маскируется» особенностями рельефа города. С другой стороны, пространственная структура в застройке такова, что не дает возможности

говорить о «непрерывности» ветровых полей, характеризуется их сильной контрастностью. Так, например, зоны застоя воздуха, формирующиеся в периметрально-замкнутой застройке или в отдельных дворах, чередуются со струйными течениями вдоль застроенных сплошным фронтом «каньонов» городских магистралей, а «погашенная» у поверхности земли скорость ветра может компенсироваться усилением скорости ветра, обтекающего высотные здания. Многоэтажная застройка вдвое и более уменьшает скорость ветра. Но в некоторых случаях возможно усиление ветра, например, в городах, располагающихся на холмистой местности или при совпадении направления ветра с направлением улицы («эффект аэродинамической трубы»). Высокие здания могут способствовать образованию нежелательных вихревых потоков, обтекающих стены здания.

Суммарный эффект воздействия урбанизированной территории на скорость ветра в большинстве случаев выражается в увеличении числа безветренных ($v < 2$ м/с) дней в городе и снижении максимальной скорости ветра в среднем на 10-30% по сравнению с пригородной незастроенной территорией. Причем чем больше площадь города и чем выше плотность застройки, тем устойчивее ее влияние на скорость ветра.

С эффектом «островов тепла» связано локальное увеличение интенсивности циркуляции конвекционных потоков воздуха. При этом значительно – на 20% по сравнению с сельской местностью – уменьшается горизонтальное движение воздушных масс, и усиливается восходящее движение над городом, напоминающее бриз. Восходящие токи воздуха над городом вызывают в тихую погоду приток прохладного воздуха от периферии к центру, получившего название «сельского бриза». Движению воздуха способствует и различное нагревание городских улиц, зданий, обуславливающее местную циркуляцию воздуха. В ней восходящий поток образуется над поверхностью освещенных стен, а нисходящий – над затененными стенами и частями улиц или дворов. В результате по ночам (максимум развития «острова тепла») ветер в городе ослабляется не так сильно, как днем, и временами может быть даже больше, чем в пригородной зоне, со всеми вытекающими из этого последствиями: уменьшение вероятности утренних туманов, повышение ночных минимумов температуры воздуха и уменьшение повторяемости приземных инверсий.

С учетом реально сформировавшихся климатических условий города и условий природно-климатической зоны проводят мероприятия по улучшению городского климата, которые условно могут быть разделены на следующие группы:

1) Мероприятия по регулированию скорости ветра и вентиляции города (планировка городской застройки и улиц, ориентация зданий, создание древесно-

кустарниковых и травянистых насаждений различного типа, систем водоемов и т.д.).

2) Мероприятия по уменьшению потерь тепла зданиями (конструкция окон, ориентация зданий, планировочные решения, касающиеся взаимного расположения зданий и групп зеленых насаждений).

3) Мероприятия по регулированию относительной влажности воздуха (создание водоемов и водотоков, увеличение площади поверхности с естественным проницаемым покровом, полив зеленых насаждений, мойка улиц и площадей и т.п.).

4) Мероприятия по борьбе с загрязнением воздушного бассейна путем расположения загрязняющих объектов вне городской черты или с подветренной части городов, переходом на менее токсичные виды топлива, использованием более экономичных установок для сжигания топлива, регулированием или прекращением выбросов вредных веществ при неблагоприятных метеоусловиях вплоть до приостановки работы предприятий, переходом на безотходные или замкнутые циклы производства, предотвращением пыления в промышленности, строительстве, транспорте.

5) Мероприятия по регулированию поступления солнечной радиации (планировка улиц и кварталов, зеленых насаждений, использование разноуровневой застройки, окраска стен, крыш и мостовых, конструкция зданий и их элементов и т.п.).

Все эти мероприятия должны использоваться интегрировано. Использование лишь отдельных элементов не может значительно улучшить условия проживания людей в городах.

8. Урбанизация как мощный экологический фактор

Урбанизацией (от лат. Urbs – город) называется рост городов, повышение удельного веса городского населения, возникновение и развитие все более сложных сетей и систем городов. Общие черты урбанизации, характерные для большинства стран:

1. Быстрые темпы роста городского населения, особенно в менее развитых странах.

2. Концентрация населения и хозяйства в основном в больших городах.

3. «Расползание» городов, расширение их территории. Это происходит тогда, когда вокруг крупных городов возникают пояса городов – спутников. Такие образования называются **городскими агломерациями**. Агломерация в пределах страны или региона характеризуется функциональными связями, сформировавшимися в результате производственной деятельности и производственных отношений. **Конурбация** – группа близко расположенных и

экономически связанных между собой городов. Примерами конурбаций являются Большой Лондон; Большая Москва.

Следует отметить, что агломерации являются важным, но промежуточным этапом в пространственной эволюции урбанизации. Их скопления, территориально сближаясь, образуют в развитых или плотно заселенных странах обширные наагломерационные системы – урбанизированные районы, урбанизированные зоны, мегалополисы. Формирование этих систем – одна из наиболее важных особенностей территориально-урбанистического развития мира во второй половине XX века. Под **урбанизированным районом** понимают сравнительно обширный ареал расселения с высокой плотностью населения и высоким уровнем развития городских поселений, который образует систему взаимосвязанных и взаимодополняющих друг друга агломераций и многофункциональных центров разного ранга. Основу урбанизированного района составляют обычно несколько крупных городских агломераций. **Урбанизированная зона** – сложная и обширная структура мегалополисного типа, особенно важная для перспективной пространственной организации расселения страны. Урбанизированная зона, как правило, включает несколько урбанизированных районов. В наиболее развитых странах в результате разрастания городских агломераций появились гиперурбанизированные районы – **мегалополисы**. Мегалополис – очень крупная городская агломерация, включающая многочисленные жилые поселения, т.е. функциональное соединение ряда городских агломераций.

Темпы урбанизации зависят от уровня экономического развития страны. В развивающихся странах урбанизация растет вширь, а городское население быстро увеличивается. Это явление получило название городского взрыва и является неконтролируемым. Рост населения городов в этих регионах намного опережает их реальное развитие. В большинстве экономически развитых странах, где урбанизация достигла достаточно высокого уровня, процесс взят под контроль, и доля городского населения не увеличивается, а даже немного уменьшается. Но урбанизация продолжает расти внутрь, приобретая новые формы. Процесс урбанизации стабилизируют два направления: субурбанизация и джентрификация. Но они оказывают различное влияние на городскую среду.

Субурбанизация – развитие пригородов. Первоначально она проявляется в возникновении вокруг крупных городов пригородов. В итоге формируются городские агломерации. Затем начинается более быстрое развитие пригородов (прежде всего демографическое) по сравнению с центральным городом. Наконец, пригороды начинают развиваться за счет центрального города: идет интенсивное переселение в пригородную зону жителей из центрального города, перенос туда промышленных и других функций. Численность населения в центральных

районах постепенно сокращается. За субурбанизацией населения следует субурбанизация промышленности и других сфер занятости. Процесс субурбанизации имеет как положительное, так и отрицательное значение. Положительные черты заключаются в выносе крупных промышленных предприятий за черту города, что способствует снижению количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу города. Отрицательное влияние проявляется в интенсивном развитии "челночного" автотранспорта, доставляющего жителей пригородных территорий к местам работы в центр города, что приводит к увеличению выбросов выхлопных газов.

Джентрификация – ключевой процесс современной внутригородской динамики населения, предполагающий возвращение богатых людей в большие города. По своей сути означает явление, противоположенное субурбанизации: строительство элитного жилья и офисов в престижных районах города. Отрицательные последствия данного процесса для городской среды: бесконтрольная реконструкция центральной части городов, ограничивающаяся застройкой еще свободной территории без сопутствующего сноса ветхого жилья на сопредельных участках. При этом под строительство отводятся лучшие участки вблизи рек, местных водоемов, парков, лесных массивов.

Проблемы урбанизации можно подразделить на следующие группы:

- изменения в природных экосистемах;
- изменения в образе жизни, здоровье и психологическом статусе человека;
- прогрессирующее загрязнение и деградация природной среды.

Урбанистическая система (урбанизированная среда обитания) – неустойчивая природно-антропогенная система, состоящая из архитектурно-строительных объектов и резко нарушенных экосистем (Реймерс, 1990). Среда урбасистем сильно изменена и по сути дела стала искусственной, здесь возникают проблемы утилизации и реутилизации вовлекаемых в оборот природных ресурсов, загрязнения и очистки окружающей среды, происходит все большая изоляция хозяйственно-производственных циклов от природного обмена и потока энергии в природных экосистемах. Города являются также центрами, влияющими на антропогенную трансформацию прилегающих территорий вокруг города и вдоль крупнейших транспортных магистралей. Степень и характер влияния городов на природные экосистемы зависят от многих факторов: численности и плотности городского населения; его экономического положения; от специфики промышленных предприятий; типа застройки; а также от климата и географического положения.

Индикатором качества городской среды в первую очередь является здоровье человека.

Основные проблемы взаимодействия человека и городской среды. При анализе взаимодействия человека и окружающей его природной среды в современном крупном городе можно выделить три группы проблем.

Во-первых, проблемы, связанные с воздействием антропогенной измененной окружающей среды на городское население.

Во-вторых, проблемы, возникающие при воздействии загрязненной окружающей среды городов на природные системы как в самих городах, так и на прилегающих к ним территориях.

В-третьих, проблемы, являющиеся следствием воздействия загрязненной окружающей среды городов на их материально-технические объекты.

Остановимся на проблемах, связанных с влиянием городской среды на население. Городская среда отчуждает человека от природы. Наблюдается существование человека в условиях деформированности биоценоза – общение с животными и растительным миром почти исключено, общение с себе подобными избыточно. Городская среда отчуждает человека не только от природы, она отделяет человека от человека, рождает анонимный образ жизни. Массовая коммуникация вытесняет человеческое общение, формирует виртуальный компьютерный мир. Преобладание искусственной среды в условиях города является фактором постоянного стресса, вызывающего непреодолимую нагрузку на адаптационные механизмы человеческого организма. Городская среда и городской образ жизни обуславливают десинхронизацию биологических ритмов. Одно из существенных нарушений состоит в том, что естественная синхронизация светового дня и активности человека сдвинута в сторону темновой части суток. В городах повышен уровень заболеваемости, и она имеет свои особенности. Факторы городской среды способствуют увеличению мутационного давления на жителей больших городов – это ведет к росту числа наследственных заболеваний. Изменяется характер инфекционной заболеваемости: тесный контакт людей друг с другом приводит к росту вирусных инфекций, исчезновению некоторых природно-очаговых инфекций. Уровень заболеваемости городского населения почти в 2 раза превышает заболеваемость сельского населения. Отрицательные сдвиги в состоянии здоровья различных групп населения, проживающего в городах, весьма значительны. В первую очередь это относится к заболеваниям сердечно-сосудистой системы (в экономически развитых странах они приводят к более чем 50%-й смертности и 30%-й инвалидности населения). Другой неблагоприятный сдвиг – рост злокачественных новообразований, преимущественно за счет рака легких и дыхательных путей. Существует прямая корреляционная связь между величиной города (количеством жителей) и частотой заболеваний раком легких. Еще одним неблагоприятным сдвигом в состоянии здоровья следует считать рост аллергических заболеваний,

главным образом, среди городского населения. В крупных промышленных городах заболеваемость аллергическими болезнями составляет от 10 до 20%, тогда как в сельской местности – только 2-4%.

Основные виды и источники воздействия на человека в жилой застройке:

1. Загрязнение атмосферного воздуха выбросами автотранспорта, промышленных источников;
2. Шумовое загрязнение;
3. Попадание поллютантов (т.е. загрязняющих веществ) в организм человека с питьевой водой и пищевыми продуктами;
4. Радиоактивное излучение;
5. Электромагнитное излучение;
6. Неблагоприятная визуальная среда;
7. Сверхплотное заселение городов (быстрое распространение болезней, стресс, агрессия, гиподинамия и т.д.).

Таким образом, большинство проблем, связанных с жизнью человека в городе, имеют санитарно-гигиенические, социальные и психологические корни, так или иначе связанные с перенаселением и всеми видами загрязнения городской среды. А среди факторов, влияющих на здоровье населения городов, выходят абиологические тенденции, то есть противоречащие биологическим потребностям организма, тенденции в современном образе жизни.

9. Экологические принципы ландшафтного планирования города

1. Формирование и реконструкция городской структуры, включая структуру землепользования и взаиморасположение функциональных зон, должно основываться на необходимости сохранения осей – линий и плоскостей переноса вещества, энергии, информации ландшафтов различного порядка.

2. Порядок сохраняемых ландшафтных осей зависит от сложности организации территории, причем как ее естественного ландшафта, так и создаваемых городских структур. В естественном ландшафте, прежде всего, важно оценить степень расчлененности поверхности, а в городских структурах – систему сбора и очистки всех видов стока (поверхностного, хозяйственно-бытового и промышленного).

3. Выделение и сохранение основных ландшафтных структур должно проводиться в границах всего «экологического следа» города.

4. В качестве основных показателей для оценки экологической устойчивости структуры города и агломерации должны использоваться параметры речных систем на их границах – объем и состав воды, ее температура, сохранение годового хода функционирования, биоразнообразие.

5. Режимы регулирования градостроительной деятельности должны устанавливаться на всей территории города и определяться положением

территории в его ландшафтной структуре по следующим позициям: местоположение в геохимических и энергетических потоках, соотношение между процессами естественного и антропогенного функционирования, соотношение открытых и запечатанных поверхностей.

Наряду с мероприятиями по охране важнейших компонентов окружающей среды во всех функциональных зонах города следует предусматривать проведение комплекса инженерных, биологических и планировочных мероприятий, обеспечивающих высокую эстетическую ценность тех или иных ландшафтов. Особое внимание при этом должно уделяться следующим мероприятиям:

- ликвидации «ничейных» заброшенных территорий с деградированным ландшафтом посредством их культивирования, озеленения и обводнения;
- правильному выбору площадок для размещения малоценной, невыразительной в эстетическом отношении застройки;
- приведению в порядок полос отчуждения, территорий, примыкающих к магистралям (с учетом их высокой геохимической токсичности), складских, коммунально-бытовых и других территорий;
- предотвращению строительства безликих, не соответствующих природному окружению объектов, линий электропередач и других открытых инженерных коммуникаций в наиболее живописных местностях;
- обоснованному, с точки зрения учета особенностей местности, размещению крупных инженерных сооружений, промышленных площадок и населенных мест;
- созданию надлежащих условий панорамного обозрения местности при передвижении, главным образом посредством правильной трассировки автомобильных дорог;
- приведению в единую взаимосвязанную систему всех природных мероприятий в пределах того или иного ландшафта;
- постоянному поддержанию ландшафта в оптимальном состоянии, улучшению его биологических, эстетических и функциональных свойств.

В связи с проблемами ландшафтной организации городской среды следует отметить деформированность видимой среды (в городе преобладает серый цвет и плоские поверхности). Новое научное направление, развивающее аспекты визуального восприятия окружающей среды – видеоэкология. Термин этот был введен В.А.Филином в 1989 г. Основой видеоэкологии является теория автоматии саккад. Саккадой называется быстрое движения глаза, которое совершается произвольно. Глаза непрерывно сканируют видимое окружающее пространство, совершая примерно две саккады в секунду. После каждой саккады глаз фиксирует какой-либо зрительный элемент и в мозг поступает информация об увиденном. Во

многих городах визуальная среда резко отличается от природной (естественной для человека): господствует серый цвет, преобладают прямые линии и углы, городские строения статичны и имеют значительное количество больших гомогенных плоскостей и «агрессивных» полей. Гомогенные поля – это поверхность, на которой отсутствуют видимые элементы, или их число минимально (голые стены из бетона и стекла, глухие заборы, подземные переходы и асфальтовые покрытия). Пример «агрессивных» полей – ряды окон на плоских стенах высотных домов, стены, облицованные кафельной плиткой (преобладание на каком-либо поле одинаковых элементов). Приведем конкретные примеры. Что плохо для глаз: комплекс зеркальных высотных зданий, районы новостроек, сформированные типовыми жилыми домами, промышленная застройка и т.д. Что хорошо для глаз: храмы и монастыри, сохранившаяся историческая малоэтажная застройка, деревянные дома и т.д.

Длительное пребывание человека в видимой среде, бедной зрительными элементами, сопровождается нарушениями движений глаз, ухудшением самочувствия и возникновением ощущения дискомфорта, усталости.

Раздел 2. ВОПРОСЫ К СЕМИНАРСКИМ ЗАНЯТИЯМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКОЛОГИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ»

Семинар 1

«Общие вопросы урбанизации»

1. В чем заключается процесс урбанизации.
2. Особенности урбанизации в России в последние десятилетия.
3. Что включает в себя понятие «городская среда».
4. Особенности формирования экосистемы большого города.
5. Проблемы пространственной организации территорий города.
6. Виды природно-техногенных опасностей, вред от них.
7. Проблемы видеоэкологии в крупных городах.
8. Принципы устойчивого развития городских поселений.

Семинар 2

«Нормативно-правовая база по регулированию среды обитания в городе»

1. Основные направления по регулированию качества окружающей среды, определенные Федеральным законом «Об охране окружающей среды» (Закон ООС).
2. Санитарное законодательство по регулированию качества окружающей среды.
3. Федеральные законы по охране атмосферного воздуха, вод, почв и земель города.
4. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» Городские отходы, правила утилизации и хранения.
5. Эколого-градостроительное законодательство. Основные направления по охране окружающей среды, определенные ГК РФ.
6. Нормативы качества окружающей среды, установленные природоохранным законодательством.
7. В чем заключается принцип нормирования допустимого воздействия на окружающую среду?
8. Принципы нормирования допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду, предусмотренные Законом по ООС.
9. Оздоровление и охрана городской среды. Основное содержание подпрограмм «Регулирование качества окружающей среды» и «Отходы» федеральной целевой программы «Экология и природные ресурсы России», целевые программы в области охраны окружающей среды субъектов РФ

Семинар 3

«Экология воздушной среды городов»

1. Источники загрязнения атмосферы в условиях урбоэкосистем.
2. Характеристика загрязняющих атмосферу городов веществ.
3. Процессы формирования состава атмосферного воздуха в населенном пункте.

4. Нормирование качества атмосферного воздуха городской среды.
5. Мероприятия по защите воздушного бассейна урбанизированных территорий.
6. Физические воздействия в условиях городской среды

Семинар 4

«Экология водной среды города»

1. Водные объекты городов, их функции.
2. Использование водных объектов городов: водопотребление. Централизованное и децентрализованное водоснабжение.
3. Источники воздействия на водные объекты в условиях городской среды.
4. Системы водоотведения и очистки сточных вод.
5. Оценка качества воды на основе экологической безопасности водопользования
6. Методы защиты и восстановления поверхностных и подземных вод на урбанизированных территориях.

Семинар 5

«Физические воздействия в условиях городской среды»

1. Общее понятие о физическом (параметрическом) загрязнение среды.
2. Акустическое воздействие (шум). Основные источники. Влияние на городской биоценоз и человека. Методы снижения шумового загрязнения.
3. Вибрации. Основные источники. Влияние на человека, животных и растения. Меры снижения воздействия на живые организмы.
4. Ионизирующие излучения: радиационное воздействие (потoki α -, β -, γ -частиц), электромагнитные излучения длиной волны менее 10^{-7} см. Влияние на живую природу и здоровье человека. Меры предупреждения негативного воздействия.
5. Неионизирующие излучения: электромагнитный спектр с длиной волны более 10^{-7} см. Магнитные, электрические и электромагнитные поля и излучения. Влияние на живую природу и здоровье человека. Меры предупреждения негативного воздействия.

Семинар 6

«Экология городских почв. Бытовые и производственные отходы.

Санитарная очистка городов»

1. Почва в условиях городской среды. Понятие урбанозем.
2. Антропогенная нагрузка на почвы в условиях городской среды.
3. Мероприятия по улучшению и защите почв в условиях городской среды.
4. Состав, свойства и объем твердых бытовых отходов.
5. Сбор и удаление твердых бытовых отходов.
 - 5.1. Утилизация твердых бытовых отходов (ТБО)
 - 5.2. Мусороперерабатывающие и мусоросжигательные заводы.

Семинар 7

«Экология флоры и фауны в условиях городской среды»

1. Структура зеленых насаждений в городе и их свойства.
2. Своеобразие флоры урбоэкосистем.
3. Состояние городских насаждений и факторы, обуславливающие неблагоприятную экологическую обстановку для развития урбанофлоры.
4. Роль зеленых насаждений в создании оптимальной городской среды.
5. Фитомелиорация городской среды. Принципы создания насаждений в городах и пригородных зонах.
6. Структура города как фактор формирования фауны.
7. Поведенческие адаптации животных к жизни в городской среде.
8. Феномен и формы синантропии.
9. Влияние урбанизации на ареал видов.
10. Специфика состава, распределения и некоторых черт экологии животных урбанизированных территорий.

Раздел 3. ЗАДАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

3.1. Варианты заданий

Вариант 1

1. Урбанизация, темпы урбанизации в развитых и развивающихся странах.
2. Шумовое загрязнение и тепловое воздействие городов на окружающую среду.
3. Задача 1.1.
4. Задача 2.1.

Вариант 2

1. Урбанизация, деурбанизация, ложная урбанизация.
2. Микроклимат города. Природно-техногенные условия и экологическое состояние территории застройки.
3. Задача 1.2.
4. Задача 2.2.

Вариант 3

1. Урбанизированный, городской ландшафт.
2. Оценка воздействия градостроительных объектов на окружающую среду.
3. Задача 1.3.
4. Задача 2.3.

Вариант 4

1. Общие свойства и особенности города (с экологической точки зрения).
2. Растения и животные – биоиндикаторы состояния окружающей среды в городах.
3. Задача 1.4.
4. Задача 2.4.

Вариант 5

1. Демографическая емкость территории.
2. Роль и функции зеленых насаждений в городских экосистемах.
3. Задача 1.5.
4. Задача 2.5.

Вариант 6

1. Город и его эколого-функциональные особенности.
2. Деревья и кустарники, используемые в озеленении городов (на примере г. Волжского или г. Волгограда).
3. Задача 1.6.
4. Задача 2.6.

Вариант 7

1. Подходы к зонированию городов. Промышленная, селитебная и др. зоны в городах.

2. Особенности расселения растений в городском ландшафте. Комплексные зеленые зоны городов.
3. Задача 1.7.
4. Задача 2.7.

Вариант 8

1. Ландшафтная архитектура. Визиоэкология.
2. Домашние животные. Классификация степени синантропности.
3. Задача 1.8.
4. Задача 2.8.

Вариант 9

1. Социально-экологические проблемы городов.
2. Система оценочных показателей качества городской среды. Контроль и управление качеством городской среды.
3. Задача 1.9.
4. Задача 2.9.

Вариант 10

1. Ландшафто-планировочные особенности города. Условия проектирования и освоения городской территории.
2. Экология жилой среды. Обитатели городских жилищ.
3. Задача 1.10.
4. Задача 2.10.

Вариант 11

1. Органическая связь городской и окружающей территории. Характеристика городских биотопов.
2. Система организации управления ТБО в городе. Пример схемы управления ТБО.
3. Задача 1.11.
4. Задача 2.11.

Вариант 12

1. Средообразующая роль городских условий.
2. Современные экологические представления о жилом доме.
3. Задача 1.12.
4. Задача 2.12.

Вариант 13

1. Пути уменьшения воздействия городской среды на окружающую природу.
2. Особенности формирования экосистемы большого города.
3. Задача 1.13.
4. Задача 2.13.

Вариант 14

1. Загрязнение поверхности почвы твердыми отходами. Бытовой мусор городов. Проблемы утилизации ТБО.
2. Принципы устойчивого развития городских поселений.
3. Задача 1.14.
4. Задача 2.14.

Вариант 15

1. Пути сохранения естественного ландшафта. Реабилитация городских ландшафтов.
2. Какие отходы образуются в городе? Какова их структура?
3. Задача 1.15.
4. Задача 2.15.

Вариант 16

1. Демографические проблемы крупных городов.
2. Категории озелененной территории в городе.
3. Задача 1.16.
4. Задача 2.16.

Вариант 17

1. Экологический паспорт населенного пункта.
2. Насекомые в условиях города.
3. Задача 1.17.
4. Задача 2.17.

Вариант 18

1. Функциональное зонирование поверхностной территории города.
2. Основные нормы и правила озеленения города.
3. Задача 1.18.
4. Задача 2.18.

Вариант 19

1. Пути оздоровления визуальной среды города.
2. Птицы в городских поселениях.
3. Задача 1.19.
4. Задача 2.19.

Вариант 20

1. Комфортность городской среды.
2. Градостроительные мероприятия для осуществления охраны воздушной среды от стационарных и подвижных источников загрязнения.
3. Задача 1.20.
4. Задача 2.20.

Вариант 21

1. Факторы, определяющие микроклимат города.
2. Основные методы очистки и обеззараживания воды, применяемые в системах водоподготовки и водоочистки производственных и городских сточных вод.
3. Задача 1.21.
4. Задача 2.21.

Вариант 22

1. Особенности ветрового режима в городах.
2. Распределение населения по территории города: основные закономерности статистики и динамики.
3. Задача 1.22.
4. Задача 2.22.

Вариант 23

1. Биохимическая и геохимическая активность территории.
2. Концепция “поляризованного ландшафта” Б.А.Родомана, её природоохранная роль при урбанизации региона.
3. Задача 1.23.
4. Задача 2.23.

Вариант 24

1. Система организации экологического контроля городской среды. Роль мониторинга в осуществлении экологического контроля.
2. Проблема экологической безопасности жилых помещений, офисов и предприятий.
3. Задача 1.24.
4. Задача 2.24.

Вариант 25

1. Городские и сельские поселения: сравнить качество среды обитания человека, устойчивость поселений и безопасность для биосферы.
2. Параметры экологического равновесия урбанизированных территорий.
3. Задача 1.25.
4. Задача 2.25.

3.2. Многовариантные задачи:

Задача 1. Определение темпов естественного роста населения

Определить темпы естественного роста населения региона, используя данные о количестве родившихся и умерших за отчетный период; рассчитать период времени, через который численность населения данного региона изменится на заданную в варианте данных величину при сохранении текущих темпов естественного роста.

Таблица 1.1 – Варианты заданий

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Отчетный период, мес.	6	10	1	3	12	6	4	10	8	2
Количество родившихся, чел.	4154	179	36	5623	524	9784	1460	846	2941	145
Количество умерших, чел.	13213	590	89	3857	763	8561	930	2035	2410	116
Средняя численность населения региона, N_0 , чел.	$1,3 \cdot 10^6$	$40 \cdot 10^3$	$50 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^6$	$80 \cdot 10^3$	$830 \cdot 10^3$	$339 \cdot 10^3$	$160 \cdot 10^3$	$284 \cdot 10^3$	$68 \cdot 10^3$
Оцениваемое изменение численности населения	Уменьшение на 25 %	Уменьшение на 50%	Увеличение в 2 раза	Увеличение на 10 %	Уменьшение на 20 %	Увеличение на 25 %	Увеличение на 50 %	Уменьшение в 1,5 раза	Увеличение на 15 %	Уменьшение на 30 %

Исходные данные	Варианты									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Отчетный период, мес.	6	10	1	3	12	5	7	9	11	2
Количество родившихся, чел.	5158	279	95	6532	425	3252	4050	590	765	210
Количество умерших, чел.	14113	650	88	3789	677	1150	3965	846	810	150
Средняя численность населения региона, N_0 , чел.	$1,5 \cdot 10^5$	$30 \cdot 10^3$	$35 \cdot 10^3$	$1,1 \cdot 10^6$	$75 \cdot 10^3$	$290 \cdot 10^3$	$310 \cdot 10^3$	$90 \cdot 10^3$	$85 \cdot 10^3$	$65 \cdot 10^3$
Оцениваемое изменение численности населения	Уменьшение на 35 %	Уменьшение на 45%	Увеличение в 2,5 раза	Увеличение на 20 %	Уменьшение на 25 %	Увеличение на 40 %	Увеличение на 10 %	Уменьшение на 30 %	Уменьшение на 10 %	Увеличение на 25 %

Исходные данные	Варианты				
	21	22	23	24	25

Отчетный период, мес.	4	8	11	5	7
Количество родившихся, чел.	930	2310	885	620	2550
Количество умерших, чел.	1460	2750	710	280	3180
Средняя численность населения региона, N_0 , чел.	$310 \cdot 10^3$	$285 \cdot 10^3$	$87 \cdot 10^3$	$76 \cdot 10^3$	$185 \cdot 10^3$
Оцениваемое изменение численности населения	Уменьшение на 35 %	Уменьшение на 15%	Увеличение в 1,5 раза	Увеличение на 60 %	Уменьшение на 15 %

Пояснения к решению:

1. Численность населения N через t лет от начала расчета, исходя из экспоненциального закона, определяется по формуле

$$N = N_0 \cdot e^{\frac{(TP \cdot t)}{100}},$$

где N_0 – численность населения на начало расчетного периода времени;

$TP = \frac{OKP - OKC}{10}$ – темпы прироста (или убыли) населения за расчетный период t , %;

OKP, OKC – среднее число рождений и смертей соответственно на 1000 человек в год;

$$OKP = \frac{P}{N_0} \cdot \frac{12}{T} \cdot 1000 ;$$

$$OKC = \frac{C}{N_0} \cdot \frac{12}{T} \cdot 1000 ;$$

T – отчетный период.

2. Логарифмирование выражения для N дает следующую формулу для расчета периода времени изменения численности:

$$t = \frac{\ln\left(\frac{N}{N_0}\right)}{\frac{TP}{100}}$$

Задача 2. Расчёт полигона твёрдых бытовых отходов

Твёрдые бытовые отходы (ТБО) – отходы хозяйственной деятельности населения, включая отходы отопительных устройств местного отопления, предметы домашнего обихода, упаковка, смёт с дворовых территорий и другие.

Удаление твёрдых бытовых отходов обеспечивает санитарную очистку городов и создаёт необходимые санитарно-экологические условия существования населённого пункта.

Наиболее распространёнными сооружениями по обезвреживанию удаляемых из населённых пунктов твёрдых бытовых отходов являются полигоны. Полигоны – комплексы природоохранных сооружений, предназначенные для складирования, изоляции и обезвреживания ТБО, обеспечивающие защиту от загрязнения атмосферы, почвы, поверхностных и подземных вод.

В данной задаче используется метод расчёта полигона твёрдых бытовых отходов, рекомендованный «Инструкцией по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твёрдых бытовых отходов».

Рассматривается использование твёрдого топлива – угля. В этом случае рассчитываются выбросы твёрдых частиц (летучая зола и несгоревшее топливо), оксид серы (в пересчёте на SO_2), оксид углерода CO и оксид азота (в пересчёте на NO_2). В задаче рассчитываются годовые выбросы.

Вместимость полигона ТБО на расчётный срок определяется по формуле, $м^3$:

$$E_T = \frac{(Y_1 + Y_2)(H_1 + H_2)TK_2}{4K_1},$$

где Y_1 и Y_2 – удельные годовые нормы накопления ТБО по объёму на 1-й и последний годы эксплуатации, $м^3/(\text{чел.}/\text{год})$; H_1 и H_2 – количество обслуживаемого полигоном населения на 1-й и последний годы эксплуатации, чел.; T – расчётный срок эксплуатации полигона, год; K_1 – коэффициент, учитывающий уплотнение ТБО в процессе эксплуатации полигона на весь срок T , принимается по табл. 2.2 с учётом применения для уплотнения бульдозера разной массы; K_2 – коэффициент, учитывающий объём наружных изолирующих слоёв грунта (промежуточные и окончательный) (табл. 2.3).

Определим значение параметров, отсутствующих в исходных данных.

Удельная годовая норма накопления ТБО по объёму на 20-й (15-й) год эксплуатации определяется исходя из условия ежегодного роста её по объёму на 3%:

$$Y_2 = Y_1(1,03)^T, \text{ м}^3/(\text{чел.}/\text{г.}).$$

Площадь участка складирования ТБО рассчитывается по формуле, м²

$$\Phi_{\text{ус}} = \frac{K_{\text{от}} E_T}{H_{\text{п}}},$$

где $K_{\text{от}} = 3$ – коэффициент, учитывающий заложение внешних откосов 1:4;
 $H_{\text{п}}$ – проектируемая высота полигона, м.

Требуемая площадь полигона составит

$$\Phi = 1,1 \cdot \Phi_{\text{ус}} + \Phi_{\text{доп}},$$

где 1,1 – коэффициент, учитывающий полосу вокруг участка складирования; $\Phi_{\text{доп}} = 1$ га – площадь участка хозяйственной зоны и площадки мойки контейнеров.

Условие к задаче

Требуется определить вместимость и требуемую площадь полигона ТБО при исходных данных, приведённых в табл. 2.1. Годовая удельная норма накопления ТБО с учётом жилых зданий и непромышленных объектов на год проектирования – $У1 = 1,1 \text{ м}^3/(\text{чел.}/\text{г.})$.

В зависимости от мощности полигона необходимо по таблице 2.4 подобрать здания и сооружения, предназначенные для обслуживания полигона.

Таблица 2.1. Исходные данные к задаче 2

Номер варианта	H_1 , тыс. чел.	H_2 , тыс. чел.	T , лет	Hn , м	Масса бульдозера, т
1	50	65	15	8	4
2	75	98	20	10	6
3	100	130	25	15	12
4	125	165	15	20	14
5	150	200	20	25	12
6	175	230	25	30	14
7	200	280	15	35	20
8	225	295	20	40	22
9	250	325	25	45	20
10	60	85	15	9	5
11	70	90	20	10	6
12	110	145	25	15	12
13	130	175	15	20	14
14	185	240	20	25	12
15	205	265	25	30	14

16	30	38	15	35	3
17	90	110	20	40	5
18	120	135	25	45	7
19	180	215	15	9	11
20	240	265	20	10	13
21	300	320	25	15	15
22	235	255	15	20	17
23	155	175	20	25	19
24	195	245	25	30	21
25	95	115	15	35	6

Таблица 2.2. Значение коэффициента K_1 , учитывающего уплотнение ТБО в процессе эксплуатации полигона

Масса бульдозера или катка, т	Проектируемая высота полигона, м	K_1
3 - 6	20 – 30	3,0
12 – 14	менее 10	3,7
12 – 14	20 – 30	4,0
20 - 22	50 и более	4,3

Примечание.

Значение K_1 приведены при соблюдении послойного уплотнения ТБО, оседания в течение не менее 5 лет и плотности ТБО в местах сбора $P_1 = 200 \text{ кг/м}^3$

Таблица 2.3. Значение коэффициента K_2 , учитывающего объем изолирующих слоев

Общая высота, H_n , м	K_2
5 – 7,5	1,37
7,5 – 9,75	1,27
9,76 – 11	1,25
12 – 15	1,22
16 – 39	1,20
40 – 50	1,18
более 50	1,16

Таблица 2.4. Перечень зданий и сооружений, предназначенных для обслуживания полигона ТБО

Перечень зданий и сооружений	Мощность полигона, тыс. т/год				
	До 10	10 - 20	20 - 100	100 - 200	Более 200
Инвентарное здание	+	+	-	-	-
Здание административно-бытовых помещений	-	-	+	+	+
Автовесы	-	-	+	+	+
Контрольно-пропускной пункт	+	+	+	+	+
Дезинфицирующая ванна	+	+	+	+	+
Очистные сооружения	-	-	+	+	+
Навес для механизмов	+	+	+	+	+
Котельная	-	-	-	+	+
Склад горюче-смазочных материалов	+	+	+	+	+
Противопожарный резервуар	+	+	+	+	+
Артезианская скважина	-	-	-	+	+
Резервуар для питьевой воды	+	+	+	-	-
Производственный корпус для сортировки	-	+	+	+	+
Навес для складирования вторичного сырья	-	+	+	+	+

Раздел 4. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Басыйров А.М. Экология города: Учебно-методическое руководство. – Казань, КФУ, 2013. – 96 с.
2. Владимиров В.В. Урбоэкология: Конспект лекций. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1999. – 204 с.
3. Горышина Т.К. Растение в городе. – Ленинград: Издательство Ленинградского университета, 1991 – 152 с.
4. Дубров А. П. Экология жилища и здоровье человека. – Уфа: Слово, 1995. – 96 с.
5. Журавлев В.П. и др. Охрана окружающей среды в строительстве: Учеб. – М.: Изд-во АСВ, 1995. – 328 с.
6. Курбатова, А. С. Экология города: Учебное пособие для вузов / А. С. Курбатова, В. Н. Башкин, Н. С. Касимов. - Москва: Научный мир, 2004. - 624 с.
7. Клауснитцер Б. Экология городской фауны: Пер. с нем. – М.: Мир, 1990 – 246 с.
8. Ландсберг Г. Е. Климат города / Пер. с англ. под ред. А. С. Дубова. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1983. – 248 с.
9. Лаппо Г.М. Особенности российской урбанизации // Известия АН. Сер. Географическая. –2000. – №5. – С.51-60.
10. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология: Учеб. для вузов / Под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высш. шк., 2001. – 273 с.
11. Маслов Н.В. Градостроительная экология: Учебн. пос. для строительных вузов/ Н.В. Маслов; Под ред. М.С. Шумилова. – М.: Высш. шк., 2002. – 284 с.
12. Мухин Ю.П., Кузьмина Т.С., Баранов В.А. Устойчивое развитие: экологическая оптимизация агро- и урболандшафтов: Учебное пособие / Под общ. ред. Ю.П. Мухина; Предисл. А.Н. Сажина. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2002. – 122 с.
13. Негроров О.П. Экологические основы оптимизации и управления городской средой; Экология города. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2000 – 272 с.
14. Николаевская И.А. Благоустройство городов: [Учеб. для строит. техникумов] / И. А. Николаевская. – Москва: Высш. шк., 1990. – 159 с.
15. Петрова Л.В., Конова Л.И. Экологические требования при проектировании жилища // Промышленное и гражданское строительство. –1998. – №8. – С.60-62.
16. Потаев, Г.А. Экологическая реновация городов: монография / Г.А. Потаев. – Минск: БНТУ, 2009. – 173 с.

- 17.Плотникова Л.В.: Экологическое управление качеством городской среды на высокоурбанизированных территориях. – М.: Ассоциация строительных вузов, 2008. – 240 с.
- 18.Сазонов Э. В. Экология городской среды: учеб. пособие для вузов. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 308 с.
- 19.Сапрыкина Н.А. Жилище нового поколения как интегрированная экологическая система // Изв. вузов. Строительство. 2002. № 5. – С 112-115.
- 20.Сафронов Э.А. Транспортные системы городов и регионов: Учеб. пособ. для вузов. – Омск.: Изд-во СибАДИ, 2000. – 220с.
- 21.Синкевич Е.А. Экологические проблемы пространственной организации территории// Промышленное и гражданское строительство. – 1997. – № 10. – С. 38-39.
- 22.Тетиор А.Н. Городская экология: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 336 с.
- 23.Хомич В.А. Экология городской среды: Учеб. пособие для вузов. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2002. – 267 с.
- 24.Щепетова В.А. Экология городской среды. Практикум: учеб. пособие / В.А. Щепетова. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 112 с.
25. Экология города//: учебное пособие / Под ред. В.В. Денисова. – М.: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д.: Издательский центр «МарТ», 2008. – 832 с.
- 26.Экология города: Учебник /Под. ред. Ф.В. Стольберга. – Киев: Либра, 2000. – 467 с.
- 27.Экология городской среды: учеб. пособие / А.А. Челноков, Л.Ф. Ющенко, Е.Е. Григорьева [и др.]; под общ. ред. К.Ф. Саевича. – Минск: Высшэйшая школа, 2015. – 368 с.
28. Ясовеев М.Г. Экология урбанизированных территорий: учеб. пособие / М.Г. Ясовеев, Н.Л. Стреха, Д.А. Пацыкайлик; под ред. М.Г. Ясовеева. – Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2015. – 293 с.

Электронное учебное издание

Наталья Александровна **Соколова**
Инна Николаевна **Хлобжева**

ЭКОЛОГИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Учебно-методическое пособие

Электронное издание сетевого распространения

Редактор Матвеева Н.И.

Темплан 2020 г. Поз. №17.

Подписано к использованию 12.11.2020. Формат 60x84 1/16.

Гарнитура Times. Усл. печ. л. 4,31.

Волгоградский государственный технический университет.
400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28, корп. 1.

ВПИ (филиал) ВолгГТУ.
404121, г. Волжский, ул. Энгельса, 42а.