

**Московский
государственный
горный университет**



Редакционный

с о в е т

Председатель

Л.А. ПУЧКОВ

Зам. председателя

Л.Х. ГИТИС

Члены редсовета

И.В. ДЕМЕНТЬЕВ

А.П. ДМИТРИЕВ

Б.А. КАРТОЗИЯ

В.В. КУРЕХИН

М.В. КУРЛЕНЯ

В.И. ОСИПОВ

Э.М. СОКОЛОВ

К.Н. ТРУБЕЦКОЙ

В.В. ХРОНИН

В.А. ЧАНТУРИЯ

Е.И. ШЕМЯКИН

*ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА*

*ректор МГГУ,
чл.-корр. РАН*

*директор
Издательства МГГУ*

академик РАЕН

академик РАЕН

академик РАЕН

академик РАЕН

академик РАН

академик РАН

академик МАН ВШ

академик РАН

профессор

академик РАН

академик РАН

РАЦИОНАЛЬНОЕ *М.С. Рудяк*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

**городского
подземного
пространства
для гражданских
объектов**

Москва
Издательство
Московского государственного
горного университета
2 0 0 3



Рудяк М.С.

Рациональное использование городского подземного пространства для гражданских объектов. — М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2003. — 235 с.

ISBN 5-7418-0260-5

Дан анализ опыта использования подземного пространства в гражданских целях для решения проблем крупных городов, а также экономической оценки и регулирования данных процессов. Приведена методология оценки использования городского подземного пространства для размещения гражданских объектов с учетом экономических, экологических, социальных и других факторов. Изложен разработанный и опробованный в условиях Москвы экономический механизм рационального использования городского подземного пространства для размещения гражданских объектов.

Для научных работников и специалистов, занятых в сферах градостроительства, освоения городского подземного пространства, экономического и правового регулирования рационального использования природных ресурсов. Может быть полезна студентам вузов, изучающим дисциплины «Экономика природопользования», «Оценка природных ресурсов», «Охрана окружающей среды».

Табл. 20, ил. 20, список лит. — 86 назв.

УДК 622.013:624: 330.15

ISBN 5-7418-0260-5

© М.С. Рудяк, 2003
© Издательство МГГУ, 2003
© Дизайн книги. Издательство МГГУ, 2003

В последние десятилетия во всем мире и в России происходит интенсивный рост и развитие городов. Они занимают уже 2 % площади суши Земли, в них проживает половина населения планеты, и они потребляют 3/4 мировых ресурсов. Каждый шестой россиянин живет в городе-миллионере, число которых достигло 14. Высокая плотность населения и антропогенных факторов в городах вызывает значительное увеличение стоимости ресурсов и нагрузки на окружающую среду, удорожание жизни, повышение заболеваемости населения, а также множество других неблагоприятных последствий. По оценке психиатров 80 % их пациентов страдает так называемым «синдромом большого города». Основная причина проявления перечисленных негативных явлений в городах — нехватка жизненного пространства.

Одним из путей решения данной проблемы является освоение городского подземного пространства в гражданских целях, позволяющее переместить под землю ряд жизненно необходимых населению объектов, разгрузить земную поверхность и сделать ее более комфортной для людей. Основным по-

лезным свойством подземного пространства как природного ресурса является возможность размещения в нем необходимых людям объектов или процессов. Оно достаточно хорошо изолировано от земной поверхности, обладает постоянными климатическими характеристиками, а также рядом других достоинств, которые могут быть привлекательными при его использовании в отдельных сферах человеческой деятельности.

Человечеством накоплен многовековой опыт создания подземных сооружений. Известно множество видов городских гражданских объектов, расположение которых под землей является целесообразным. Технологии подземного строительства постоянно развиваются и делают данный ресурс все более доступным для использования.

Однако освоение городского подземного пространства сопряжено с высоким экологическим риском, вызванным влиянием случайных природных и антропогенных факторов. Нерациональное использование данного ресурса приводит к безвозвратным потерям участков недр, обрушению земной поверхности и находящихся на ней объектов, загрязнению подземных водопользовательских горизонтов и многим другим экологическим последствиям, которые в городских условиях нередко носят катастрофический характер. Так, за последние десятилетия в

Москве отмечено не менее 42 случаев возникновения провальных воронок глубиной до 8 м и диаметром 40 м, в результате чего нанесен ущерб здоровью и имуществу горожан.

Тем не менее регулирование рационального использования подземного пространства в крупных российских городах осуществляется недостаточно эффективно. Подземные сооружения принадлежат разным ведомствам и организациям. Информация о них не обобщается. Многие правовые нормы, предусмотренные федеральным законодательством в сфере недропользования, в городских условиях не работают. Ответственность при нерациональном использовании имеет в основном косвенный характер, а платежи за пользование подземным пространством не взимаются.

Основной причиной указанной ситуации с регулированием рационального использования городского подземного пространства в гражданских целях является недостаточная методологическая обеспеченность соответствующего экономико-правового механизма. Проведенные до настоящего момента исследования в сфере оценок природных ресурсов, хозяйственной деятельности и ее экологических последствий в недостаточной мере учитывают особенности процессов использования городского подземного пространства для размещения гражданских объектов.

В связи с этим актуальной научной проблемой, имеющей важное народно-хозяйственное значение, является формирование подходов и методов регулирования рационального использования городского подземного пространства для размещения гражданских объектов, позволяющих обеспечить экономическую, экологическую и социальную эффективность и устойчивость процессов освоения городского подземного пространства.

ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ГОРОДСКОГО ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА

- 1.1. Инфраструктура
крупных городов
и состояние использования
городского пространства
- 1.2. Опыт использования
подземного пространства
в городах
- 1.3. Анализ исследований
в сфере оценки, планирования
и регулирования деятельности
по использованию городского
подземного пространства

ИНФРАСТРУКТУРА КРУПНЫХ ГОРОДОВ И СОСТОЯНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГОРОДСКОГО ПРОСТРАНСТВА

В последние десятилетия во всем мире и в России вследствие ряда естественных причин, происходит урбанизация и интенсивный рост городов. Это способствует возникновению негативных экономических, экологических и социальных последствий для людей, часть из которых можно снизить путем использования подземного пространства. Анализ этих проблем и способов их решения является весьма актуальным.

Город — крупный населенный пункт, жители которого заняты главным образом в промышленности и торговле, сферах обслуживания, управления, науки, культуры и других, требующих концентрации людей и ресурсов. Основными критериями отнесения населенного пункта к категории города служат численность его населения и функции, которые он выполняет. Так, в России к городам относятся центры с населением не менее 12 тысяч жителей, 85 % и более населения которых — рабочие, служащие и члены их семей. Учитываются также административное значение центра, уровень его благоустройства, развитие коммунального хозяйства и сети социально-культурных учреждений. В США к городам относятся все поселения с населением от 2,5 тысяч (в городское население включают и жителей урбанизированных ареалов вокруг больших городов), во Франции — все коммуны, если в них живут более 2 тысяч человек [10, 44, 75].

Города занимают всего лишь 2 % площади суши Земли, но потребляют 3/4 мировых ресурсов. Половина населения Земли сегодня живет в городах. Предполагается, что к 2025 г. городское население составит 2/3 мирового. Более половины горожан проживают в городах с населением свыше 500 тысяч. В российских городах проживают 73 % населения страны, каждый шестой россиянин живет в городе-миллионере, число которых достигло 14. Таким образом, Россию можно считать высокоурбанизированной страной [75].

Города играют значительную роль в экономической, политической, общественной жизни всего человечества и каждой страны в отдельности. В них сконцентрированы основные экономический, научный и культурный потенциалы общества. Дальнейшее развитие человеческого общества неразрывно связано с ростом количества и размеров городов (рис. 1—5).

С точки зрения использования подземного пространства в гражданских целях интерес представляют города, относящиеся к крупным. Внешними чертами круп-

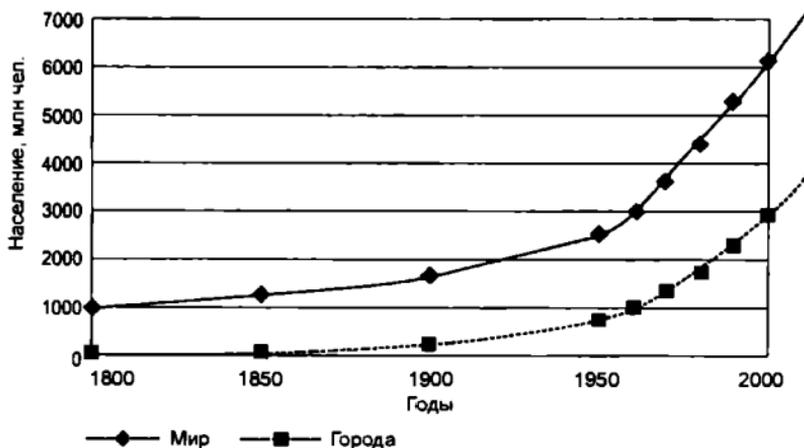


Рис 1. Рост численности населения мира и городов

ного города являются высокоплотная многоэтажная (как правило) застройка, широкое развитие общественного транспорта и систем связи, превышение застроенной и замощенной части территории над садово-парковыми, озелененными и свободными пространствами, концентрация источников негативного воздействия на окружающую среду, высокая плотность населения [75].

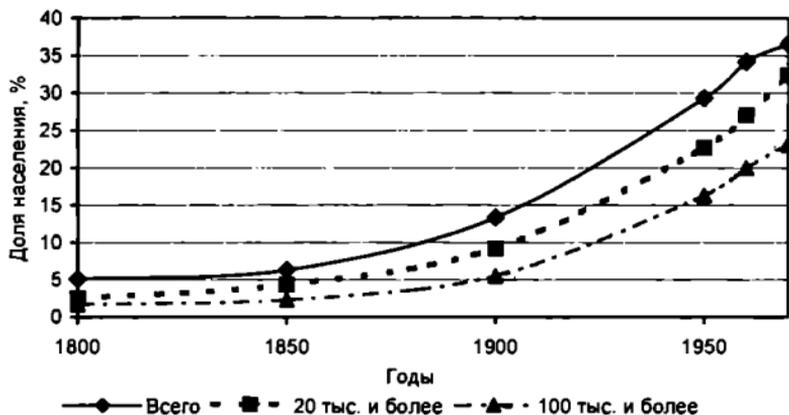


Рис. 2. Рост доли населения городов в мире

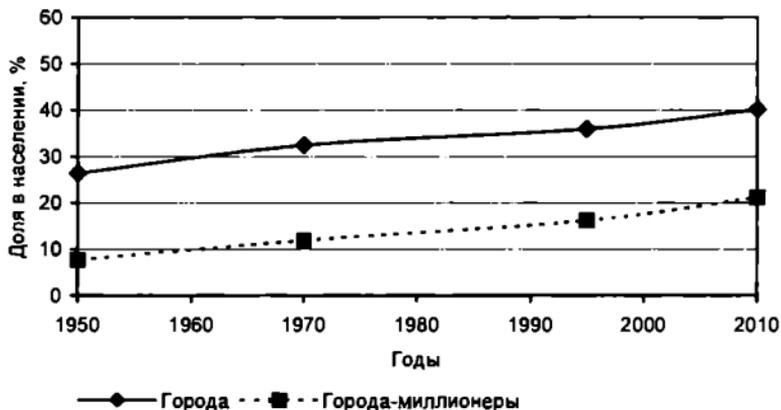


Рис. 3. Рост доли городов-миллионеров в городском населении

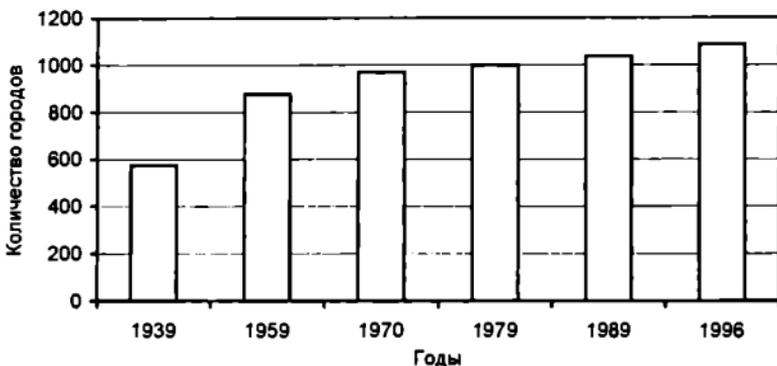


Рис. 4. Рост количества городов в России

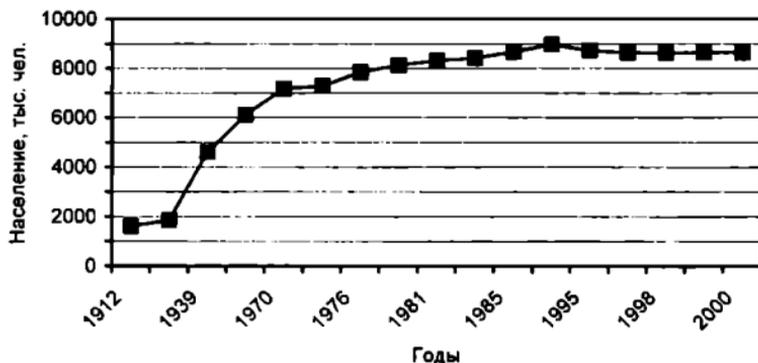


Рис. 5. Изменение населения Москвы по годам

Наряду с категориями городов по величине применяются также понятия агломерация, мегаполис и мегалополис. Агломерация — компактная территориальная группировка городских и сельских поселений, объединенная в сложную локальную систему многообразными интенсивными связями — трудовыми, производственными, коммунально-хозяйственными, культурно-бытовыми, рекреационными, природоохранными, а также совместным использованием разнообразных ресурсов данного ареала [44].

Мегаполис (от греч. *megalu* — большой и *polis* — город) — группа агломераций населенных пунктов. Мегаполис — крайне урбанизированная, стихийно складывающаяся форма городского расселения, обусловленная высокой концентрацией населения. Основные черты мегаполиса: линейный характер застройки, вытянутой в основном вдоль транспортных магистралей; общая полицентрическая структура, обусловленная взаимодействием относительно близко расположенных друг к другу крупных городов; нарушение экологического равновесия между деятельностью человека и природной средой [27].

Наиболее крупными мегаполисами в мире являются: «Босваш» (Вашингтон, Филадельфия, Балтимор, Нью-Йорк, Бостон) с населением 80 миллионов человек; «Чипитс» (в районе Великих озер между Чикаго и Питтсбургом) — 40 миллионов человек, «Сан-Сан» (между Сан-Диего и Сан-Франциско в Калифорнии) — 20 миллионов и др. Крупнейшей в России является Московская агломерация с населением 13 миллионов человек, в которую входят 70 городов. Всего в мире насчитывается около 370 агломераций с населением более 1 миллиона человек, в которых проживают 37 % горожан и 17 % всего населения планеты [75].

Мегалополис — наиболее высокоурбанизированные пространственные структуры полосовидной конфигурации, возникающие путем срастания близко расположенных крупнейших городских агломераций [44].

Урбанизация (от лат. *urbanus* — городской, *urbs* — город) — процесс повышения роли городов, городского образа жизни и городской культуры в развитии общества, связанный с пространственной концентрацией деятельности в сравнительно немногочисленных центрах и ареалах преимущественного социально-экономического развития. Смысл урбанизации заключает-

ся в увеличении доли городского населения, росте значения городов в жизни общества, в распространении городского образа жизни [44, 75].

Основные причины урбанизации (более компактного размещения поселений и увеличения их численности) проявляются в различных аспектах: социальном, техническом, культурном, информационном, экономическом и др. Социальные причины урбанизации — создание для людей более благоприятных и комфортных условий жизнедеятельности (жилье, транспорт, трудоустройство, образование, здравоохранение, отдых и др.). Технические — благоприятные условия для использования современных технологий и техники. Культурные — накопление культурных ценностей и обмен ими. Информационные — более эффективное использование информации. Экономические — экономия затрат, развитие рынка и др.

В целом процессы, происходящие при урбанизации проявляются в демографическом, градостроительном, экономическом, экологическом, социальном, информационном, техническом и культурном аспектах [3, 44, 75].

Демографический аспект урбанизации включает в себя увеличение плотности (скупченности) людей в местах проживания и деятельности; уменьшение рождаемости, продолжительности жизни, увеличение заболеваемости и смертности, снижение безопасности; увеличение доли нетрудоспособного населения; изменение структуры занятости в сферах обслуживания, науки, образования и др.

В градостроительном аспекте урбанизации происходят: увеличение численности городов; расширение границ городов и сферы их влияния, образование объединений и усиление связей с другими населенными пунктами; усложнение структур поселений; увеличение разнообразия и усложнение инфраструктуры, повышение этажно-

сти и освоение подземного пространства; концентрация, интенсификация, дифференциация и увеличение разнообразия городских видов деятельности.

Экономический аспект урбанизации заключается в концентрации производства, применении высоких технологий; увеличении степени разделения труда; изменении структуры хозяйства (увеличиваются доли обслуживающих отраслей, производства товаров повседневного спроса населения, снижаются доли коммунального хозяйства, ресурсоемких отраслей и др.).

Экологический аспект урбанизации — увеличение площадей и интенсивности использования территорий; повышение нагрузки на все элементы биосферы; преобразование экосистем в урбосистемы; экологическая автономность поселения.

Социальный аспект урбанизации включает в себя изменение образа жизни людей, системы ценностей, культуры и интеллекта, рост потребностей (по количеству и разнообразию) и удорожание жизни, увеличение темпов жизни и изменения ее условий, расслоение и криминализацию населения.

Информационный аспект урбанизации — увеличение информационных потоков. Технический — концентрация техники и технологий. Культурный — концентрация и смешение культурных ценностей.

Города существенно отличаются друг от друга по различным показателям, от которых в значительной мере зависят результаты их деятельности и влияния на окружающую среду. Они классифицируются по численности населения, функциям, степени участия в территориальном разделении труда, происхождению, экономико-географическому положению и др. [44].

Широко распространена классификация городов по численности населения. В Градостроительном кодексе Российской Федерации [15] в зависимости от численно-

сти населения городские поселения подразделяются на сверхкрупные города (численность населения свыше 3 миллионов человек); крупнейшие города (численность населения от 1 миллиона до 3 миллионов человек); крупные города (численность населения от 250 тысяч до 1 миллиона человек); большие города (численность населения от 100 тысяч до 250 тысяч человек); средние города (численность населения от 50 тысяч до 100 тысяч человек); малые города (численность населения до 50 тысяч человек). По достижению 100 тысяч жителей в условиях России городское поселение становится полноценным городом. Рубеж в 1 миллион жителей обычно знаменует развертывание города в крупнейшую агломерацию [44].

Функции городов подразделяют на экономические (промышленные, транспортные, торгово-распределительные, снабженческие) и неэкономические (административно-политические, культурные, научные, организационные, организация отдыха и лечения). Среди функций города также выделяют градообразующие (обслуживание внегородских связей) и градообслуживающие (выполнение основных задач данного города) [10, 44].

По преобладанию и сочетанию различных функций выделяют пять основных типов городов [44]:

1. Многофункциональные, сочетающие административно-политические, культурные и экономические функции градообразующего значения с развитой промышленностью и транспортом. Обычно это крупные города, являющиеся важными районообразующими центрами с широкими и разнообразными связями.

2. Города с резким преобладанием промышленных и транспортных функций межрайонного значения. Схематично этот тип городов можно разделить на промышленные, транспортные, промышленно-транспортные.

3. Города с преобладанием административных, культурных и обслуживающих функций. Обычно это небольшие поселения — местные центры низовых административных районов с развитыми организационно-хозяйственными видами деятельности.

4. Города-курорты.

5. Города науки.

Функциональная структура города сильно влияет на численность населения и динамику его изменения. Чем значительнее количество и масштабы функций города, тем больше численность его населения. Функциональная структура города влияет также на половозрастной и профессиональный составы населения, его образовательный уровень, образ жизни и т.д.

По степени участия в территориальном разделении труда выделяют города, участвующие преимущественно в местных связях (они обслуживают небольшие территории и являются местными центрами), во внутрирайонном, межрайонном, международном разделении труда. Эти различия отражают масштабность градообразующих функций, выполняемых городом.

В классификации городов по происхождению их разделяют по времени и причинам возникновения, а также учитывают степень сохранности различных исторических черт в современной планировке и облике города.

В зависимости от экономико-географического положения выделяются различные типы городов, например, расположенные в узлах пересечения транспортных путей, в крупных добывающих районах, районах с развитой обрабатывающей промышленностью, районах интенсивного сельского хозяйства и т.д.

Основные условия, в которых развиваются города, — географическое положение, рельеф и литология, климатические, гидрогеологические условия и др. [75].

Географическое (природное) положение — положение данного населенного пункта относительно других природных или искусственных объектов, например других городов, портов, речных путей, железных дорог и т.д. Стремительный рост большинства крупных городов обусловлен выгодным географическим положением. Географическое положение не идентично экономико-географическому и превращается в него по мере хозяйственного освоения территории и развития ее производительных сил, их пространственных систем.

Москва находится в центре давно освоенной Русской равнины, но в значительно худших природных условиях, чем другие подобные мегаполисы мира. Из всех крупнейших городов мира Москва — самый северный и самый удаленный от морей город. Эти две особенности объясняют высокое энергопотребление столицы, значительные транспортные издержки.

Рельеф и литология оказывают решающее воздействие на формирование плановых территориальной и вертикальной структур города. С увеличением этажности современное городское строительство предъявляет возрастающие требования к прочности горных пород. Условия, в которых построена Москва (как и Санкт-Петербург), в геологическом отношении не являются удачными. Осадочные породы не очень подходят для сооружения тяжелых высотных зданий.

Рельеф предопределяет территориальную планировку города, в то же время он и сам подвергается значительным изменениям в процессе планировки территории для строительства. При неправильной планировке города относительно рельефа воздух у поверхности земли застаивается, скапливаются газы и дымы. Особенно остро эта ситуация проявляется в безветренную погоду и на плотно застроенных улицах с интенсивным движением автотранспорта, в пониженных частях города, замкнутых дворах.

Климатические условия играют значительную роль в функционировании города, в развитии его природного комплекса и специфике проявления экологических проблем. В России достаточно холодные зимы, повышенная влажность, широко распространена вечная мерзлота. Поэтому функционирование крупных городов сопряжено с большими энергозатратами. Наличие вечной мерзлоты значительно усложняет ведение строительных работ, работ, связанных с водоснабжением и канализацией, утилизацию отходов и др.

Большое значение для крупных городов имеет роза ветров (преимущественное их направление в течение года). В Москве основные производственные зоны сосредоточены в восточной половине города, поэтому преобладающие западные ветры выносят выбросы предприятий за пределы города.

Наиболее значимые проблемы крупных городов имеют место в экономической, экологической, социальной и других сферах. Экономические проблемы городов заключаются в возникающем в ряде случаев недостатке отдельных видов ресурсов (материальных, финансовых, трудовых и др.). Экологические проблемы — это дефицит территорий, загрязнение атмосферы, загрязнение водных ресурсов, нарушение недр и земной поверхности, изменение климата. Социальные проблемы включают большую концентрацию людей и антропогенных факторов; высокие материальные затраты на обеспечение жизненных потребностей; увеличение бедной (бомжи, нищие и др.) и криминальной социальных прослоек населения; значительные расходы времени и средств на транспорт; большое количество потенциальных опасностей; высокую нагрузку на психику (темп жизни, количество информации, нестабильная среда и др.); дефицит рекреационных ресурсов; ухудшение здоровья населения, снижение продолжительности жизни и др. [3, 44, 75].

Отдельного рассмотрения для решения поставленных в работе вопросов требуют экологические проблемы крупных городов. Влияние города на окружающую среду распространяется на расстояние значительно большее, чем его радиус. Атмосферное загрязнение Москвы простирается на восток на 70—100 км, радиус депрессионной воронки от забора подземных вод достигает 100 км, тепловое загрязнение и нарушение режима выпадения атмосферных осадков прослеживается на расстоянии 90—100 км, а угнетение лесных массивов — на 30—40 км [75].

Можно выделить три важнейших аспекта экологических проблем крупных городов: экологическая безопасность жителей; воздействие крупных городов на окружающую среду на глобальном и региональном уровнях; использование природных ресурсов для функционирования.

Экологически неблагоприятная обстановка наблюдается во всех городах с населением свыше 1 миллиона человек, в 60 % городов с населением от 500 тысяч до 1 миллиона и в 25 % городов с населением от 250 до 500 тысяч человек. По существующим оценкам, около 1,2 миллиона человек в городах России живут в условиях резко выраженного экологического дискомфорта и около 50 % городского населения России — в условиях шумового загрязнения [75].

Сравнение поступления в окружающую среду в глобальном масштабе различных загрязняющих веществ техногенного происхождения показывает, что с урбанизированных территорий поступает в 1,5 раза больше органических веществ, чем из сельскохозяйственных районов, в 2 раза больше соединений азота, в 250 раз больше диоксида серы и в 410 раз больше оксида углерода. Во многих сельских районах 40—60 % загрязнения обусловлено переносом загрязняющих веществ из урбанизированных районов.

Основной загрязнитель городского воздуха — пыль. Атмосфера городов имеет концентрацию пыли примерно в 150 раз более высокую, чем воздух над океаном, и в 15 раз большую, чем воздух в сельской местности.

В зимний период вследствие выпадения пыли площади, покрытые загрязненным снежным покровом, в несколько раз превышают территории самих городов. В окрестностях Москвы площадь загрязненного снега в 2,8 раза больше городской территории, в Санкт-Петербурге — в 2,5 раза, в Омске — в 4,5 раза. В результате загрязнения снега в 2—3 раза снижается его отражательная способность, он поглощает больше радиации и быстрее тает. В лесных зонах вокруг городов таяние снега происходит на 5—8 суток раньше, чем в отдаленных районах.

Значительным загрязнителем городского воздуха является сернистый ангидрид, образующийся при сжигании угля, мазута и газа. Концентрация сернистого ангидрида в воздухе Москвы значительно ниже, чем во многих других городах страны. Это объясняется тем, что в столице в качестве основного топлива для ТЭЦ используется газ, который содержит гораздо меньше сернистых соединений, чем уголь или мазут.

В крупных городах растет дифференциация районов по загрязнению атмосферного воздуха. В промышленных и центральных районах концентрации загрязняющих веществ значительно больше, чем в периферийных. С увеличением размеров городов в них повышается доля мобильных источников (в основном автотранспорта) в общем загрязнении атмосферы. В целом выбросы автотранспорта значительно более токсичны, чем выбросы от стационарных источников. В Москве на долю автотранспорта приходится до 90 % всех выбросов в атмосферу (более 2 миллионов т в год). Кривая роста количества автомобилей в Москве [1] изображена на рис. 6.

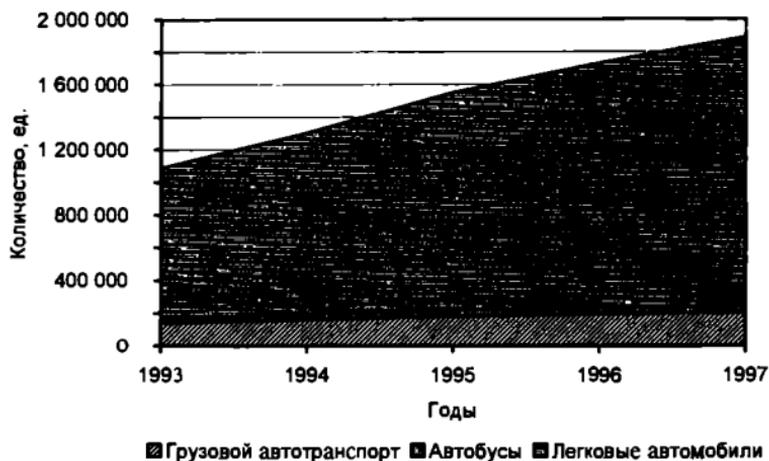


Рис. 6. Кривая роста числа автомобилей в Москве

В крупных городах велика потребность в водоснабжении. Так, Москва тратит на одного жителя столицы около 700 л воды в сутки. В то же время 2800 предприятий Москвы сбрасывают в городскую канализацию 720 тысяч м³ сточных вод, причем лишь десятая их часть имеют системы оборотного водоснабжения. 250 предприятий сбрасывает сточные воды в поверхностные водные объекты [75].

В Москве канализация состоит из двух независимых систем: нескольких локальных сетей ливневой канализации для пропуска дождевых и талых вод, а также условно чистых вод некоторых предприятий и централизованной городской системы для приема и очистки бытовых сточных вод и поддающихся биологической очистке промышленных сточных вод. Ежегодно канализация Москвы пропускает более 2200 миллионов м³ сточных вод. Протяженность канализационных сетей в Москве составляет 5882 км, из которых 900 км находятся в ветхом состоянии.