

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Емец Валерий Сергеевич  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 19.10.2023 19:12:41  
Уникальный программный ключ:  
f2b8a1573c931f1098cfe699d1debd94fcff35d7

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Рязанский институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Московский политехнический университет»

Кафедра «Информатика и информационные технологии»

**Е.В Воробьева, С.В. Гальченко**

**АРХИТЕКТУРНАЯ ЭКОЛОГИЯ**

Учебное пособие

Рязань  
2020

**УДК 504.75**  
**ББК 20.1**  
**В 75**

**Воробьева, Е.В.**

**В 75** Архитектурная экология: учебное пособие / Е.В. Воробьева, С.В. Гальченко. – Рязань: Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета, 2020. – 47 с.

В учебном пособии излагается теоретический материал по дисциплине «Архитектурная экология». Учебное пособие предназначено для студентов очной формы обучения специальности 07.03.01 «Архитектура».

Печатается по решению методического совета Рязанского института (филиала) Московского политехнического университета.

**УДК 504.75**  
**ББК 20.1**

© Воробьева Е.В., Гальченко С.В.,  
2020  
© Рязанский институт (филиал)  
Московского политехнического  
университета, 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Предмет и задачи Архитектурной экологии.....	5
2 Экологический подход в архитектуре.....	6
3 Экологическое проектирование при градостроительных работах.....	10
4 Общая характеристика городских почв.....	21
5 Физические воздействия в условиях городской среды.....	25
6 Экологическая роль зеленых насаждений в городской экосистеме.....	28
7 Экологическая безопасность строительных материалов.....	39
8 Видеоэкология как основа комфортной среды.....	43
Библиографический список.....	46

## **ВВЕДЕНИЕ**

Экология играет важную роль в сегодняшней архитектуре. И если в начале 20-го века архитекторов воодушевляла эстетика машин, то сегодня архитектура все чаще напоминает биологические организмы – визуально и функционально.

Города как места сосредоточения основной массы жителей Земли призваны удовлетворять их потребностям и обеспечивать достаточно высокое, экологически обоснованное качество городской среды жизни. Но вместе с тем, они являются центрами возникновения основных экологических проблем: отторжение территорий природных экосистем и потенциальных сельскохозяйственных угодий в пользу городской инфраструктуры; потребление огромного количества энергетических ресурсов; загрязнение атмосферного воздуха и водных ресурсов; деградация почвенного покрова и растительности; воздействие электромагнитных полей и излучений, шумовое загрязнение; изменение микроклимата; осложнение геоэкологических условий в процессе сооружения и эксплуатации зданий и многие другие.

Следствием преобразований, происходящих в городах, является осложнение санитарно-гигиенической и эпидемиологической обстановки из-за высокой концентрации людей на сравнительно небольшой территории; усиление социальной напряженности, так как городское население всегда неоднородно по социальным, этическим, религиозным или другим признакам.

В основе экологического подхода к проектированию находится идея целесообразного «разумного» использования природных ресурсов и минимизации отрицательных воздействий урбанизации на окружающую среду. На его возникновение повлияла смена парадигмы: отношение к природным ресурсам как к чему-то бесконечному, естественному представляется абсурдным, противоречащим здравому смыслу. Логичной реакцией на это стало множество разработок по восполнению использованных источников, переработке отходов и вторичному применению сырья. Помимо этого, экологическая ситуация крупных городов стала катализатором появления архитектурных проектов нетрадиционных, необычных зданий и сооружений, основанных на применении экологических материалов, возобновляемых источников энергии, современных строительных технологий.

Все перечисленные проблемы являются предметом изучения архитектурной экологии. В данном пособии рассматриваются основные из перечисленных вопросов дисциплины.

# 1 ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ АРХИТЕКТУРНОЙ ЭКОЛОГИИ

Архитектурная экология – это 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 объединяет знания о регионах и агломерациях, городах и их элементах.

Объектом исследования архитектурной экологии является городская среда – динамически развивающаяся система, включающая природные, архитектурно-планировочные, инженерно-технические и социальные подсистемы.

В качестве основной цели – достижение экологического равновесия между городом и природой, искусственной и естественной средой. Под экологическим равновесием в Архитектурной экологии понимается такое состояние природной среды района, при котором обеспечивается саморегуляция, охрана и восстановление основных её компонентов – атмосферного воздуха, водных ресурсов, почвенно-растительного покрова, животного мира.

Задачи, решаемые архитектурной экологией:

- улучшение архитектурными средствами микроклимата городской среды;
- охрана основных компонентов природной среды: атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почвенно-растительного покрова и животного мира;
- сохранение особо ценных природных ландшафтов.

Главной экологической задачей считается создание ландшафтов, которые в условиях прогрессирующей урбанизации обладали бы повышенной устойчивостью к воздействию на них человека. Необходимо конструировать и развивать устойчивые к физическим и химическим нагрузкам биогеоценозы, обеспечивать разнообразие и мозаичность ландшафта, умело подбирать природный, видовой и возрастной состав растительности в зонах отдыха.

Результат эколого-архитектурной деятельности – реальная среда, способная к самосохранению; её рациональное и грамотное развитие, и высокий уровень жизни в пределах хозяйственной экосистемы.

Для достижения экологического равновесия должны выполняться следующие условия:

- воспроизводство основных компонентов природной среды, обеспечивающих баланс в межрайонных потоках вещества и энергии; соответствие геохимической активности ландшафтов масштабам производственных и коммунально-бытовых загрязнений окружающей среды;
- соответствие биохимической активности экосистемы уровню антропогенных загрязнений;

- соответствие уровня физической устойчивости ландшафтов силе воздействия транспортных, инженерных, рекреационных и других антропогенных нагрузок;
- баланс биомассы в ненарушенных и слабонарушенных антропогенной деятельностью участках экосистемы района расселения.

В архитектурной экологии рассматриваются отрицательные факторы, возникающие в неживой и живой природе в результате таких преобразований, как:

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

## **2 ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД В АРХИТЕКТУРЕ**

Суть экологического подхода – подчинение архитектуры окружающей природной среде. Объект должен гармонично включаться в среду, дополнять ее, поддерживать, но не разрушать. Современные архитектурные сооружения зачастую создаются как символ технического мира, что противоречит самой природе человека. Экологический подход стал фундаментом для рождения многочисленных архитектурных направлений, основанных на чувственно-эмоциональной, духовной составляющей. Возникновение таких объектов является своеобразным символом, призывом к рациональному использованию ресурсов нашей планеты, поскольку они не восполняемы. Экологическую архитектуру можно назвать устоявшейся научной традицией архитектурного сообщества западных стран (на территории России данный подход представлен не так ярко), которая может претендовать в дальнейшем на звание глобального архитектурного стиля.

В экологической архитектуре принцип открытости является наиважнейшим по отношению к остальным. Архитектору и потребителю такого продукта важно взаимодействие этих разнонаправленных потоков вещества и их равнозначность: потребление чистого воздуха – возврат очищенного воздуха, использование чистой воды – возврат очищенной воды и т.д. Такое отношение к создаваемому объекту автоматически приводит к

адекватному включению готового сооружения в существующую среду. Например, «дом-купол».

Использование природных материалов, сферическая куполообразная форма, огромные окна – все это создает визуальное впечатление проникновения внешней среды в интерьер дома. Сооружение реагирует на изменения внешних условий – движение солнца, выстраивая свой внутренний микроклимат в соответствии с ними, что обуславливает полную открытость системы.

Объекты экоархитектуры не оказывают разрушительных воздействий на климат, напротив, при их проектировании учитываются внешние условия, внутренняя структура выстраивается в соответствии с внешней средой.

Вторым немаловажным принципом экообъектов является их органическая форма. Архитектура является отражением среды обитания человека, т.е. природы того региона, где автор проекта родился и жил. Фрактальные законы построения формы присутствуют в любом природном объекте, потому с легкостью уже на интуитивном уровне ведения проектных работ проникают в архитектурное сооружение. Проектной реализацией архитектурной методики, отражающей данную систему взглядов, являются многочисленные объекты, выполненные в стиле архитектурной бионики. В этом архитектурном направлении органические формы и принципы конструирования сочетаются с современными технологиями строительства. Основу методики составляет аналогия между строением живого организма (растений, животных) и структурой сооружения: несущие конструкции здания – скелет; инженерные коммуникации – нервные окончания, кровеносные сосуды и др.; ограждающие конструкции – кожа.

Использование естественных природных материалов и источников энергии при проектировании и строительстве привело к возникновению ряда новых архитектурных явлений: «умный дом», «пассивный дом», архитектурная ботаника, геоархитектура и др.

Система «Умный дом» основана на идее экономного использования ресурсов благодаря системе высокотехнологичных устройств. Программно-аппаратные средства, встроенные в интерьер, контролируют жизнеобеспечение здания. При этом многократно возрастает эффективность функционирования всех структур объекта. В систему входят следующие элементы:

- освещение – система сенсорных датчиков, реагирующих на движение;
- отопление и вентиляция – датчики температур и влажности воздуха, пульт управления агрегатом кондиционирования;
- системы безопасности и видеонаблюдения – контроль утечек газа, воды, уловители дыма, датчики контроля доступа в помещение;
- система электропитания здания;
- механизация здания – возможность управления всеми объектами и системами с пульта (открытие ворот, аудио- и видеотехника, бытовая техника и др.);

- мониторинг здания – системы слежения, контроля и информирования о состоянии объекта на расстоянии.

Одним из главных достоинств данной системы является ее гибкость и приспособляемость. Всегда есть возможность модернизировать, изменить состав структур, программ, агрегатов, дополнить систему новыми элементами. Интеллектуальные здания могут быть выполнены в любом архитектурном стиле, различных конструкциях и из разнообразных строительных материалов.

«Пассивный дом» – это архитектурный объект, способный существовать независимо от городской инженерной инфраструктуры, поскольку оснащен собственной системой энергоснабжения за счет гелиотермических или ветряных энергоисточников. Архитектурное решение таких сооружений полностью соответствует системе естественного вентилирования. Естественная конвекция создается за счет планирования сценария движения воздушных потоков внутри здания и учета ветровых нагрузок. Элементы стеклянного купола снабжены датчиками, улавливающими солнечные лучи. За счет солнечных рефлекторов даже самые отдаленные офисы получают естественное освещение.

В своих проектах архитекторы используют любые возможности для экономии электроэнергии и тепла: солнечные батареи, ветряные турбины, системы естественной фильтрации воды.

Экологический функционализм основан на идее научного анализа особенностей функционирования здания (сооружения, комплекса и др.) с учетом экологических потребностей человека. Художественные и практические задачи в данном случае направлены не только на удовлетворение протекающих в объекте процессов, но и на их энергоэффективность, гармоничное включение сооружения в городскую и природную среду.

Аналитические методы функционализма 1920-1930-х годов, в частности принцип зонирования территории с выделением особого пространства для каждой из главных жизненных функций («жить, работать, отдыхать, передвигаться»), сохраняются в данном течении, но применяются с учетом экологического подхода к проектированию. Принцип целесообразной формы складывается следующим образом: утилитарно-практическая функция + экология + художественные приемы = целесообразная форма.

Природа рассматривается как источник идей функциональной обоснованности применяемых форм в архитектурном проектировании, как образец соответствия форм назначению объекта, обоснованности каждой линии, перелома, изгиба, отверстия и т.д. В природе нет случайных деталей, поскольку каждый элемент выполняет свою конкретную функцию.

"Зеленое здание" – инновационный подход к строительству и проектированию, основанный на экономном расходовании ресурсов при организации водоснабжения, отопления, электроснабжения, применении технологии рекуперации, рациональном использовании строительных и отделочных материалов.



Еще одной визитной карточкой зданий данного направления является широкое применение озеленения на кровлях, фасадах и в интерьерах. «Зеленые здания» должны соответствовать одной из международных систем сертификации зданий BREEAM (британская), LEED (американская) и DGNB (немецкая) – «зеленому стандарту».

Здание оценивается по шести пунктам:

- экология,
- экономика,
- техника,
- процесс,
- место,
- социокультурные и функциональные аспекты.

Каждый из пунктов имеет расшифровку. Например, качество места описывают такие критерии: криминогенность, риски терактов и землетрясений, качество воздуха, почвы, уровень шума, магнитных полей, транспортная доступность и т.д. Качество процесса зависит от того, обсуждались ли вопросы экологии при планировании, участвовали ли будущие жители/пользователи в обсуждении проекта.

Социокультурные и функциональные аспекты подразумевают как качество воздуха в помещении (влажность, температура, сквозняки, наличие микроорганизмов, нежелательных запахов и пыли), так и архитектурные моменты (крыша должна быть эксплуатируемая, сочетающаяся с крышами соседних исторических зданий, вентиляционные решетки следует маскировать и т.д.). Важны потенциальная приспособляемость постройки к другой функции; ее интегрированность в публичное пространство (к примеру, офисное кафе доступно жителям города), доступность для инвалидов, наличие парковки.

Основные критерии, которым должен отвечать современный экологический проект сооружения:

- минимальное использование источников энергии искусственной природы (применение ветряных и гелиотермических энергоисточников);
- применение плавных, приближенных к природным объектам, обтекаемых форм (органическая форма, бионика);
- использование строительных материалов природного происхождения (древесина, камень и др.) и прошедших вторичную обработку;
- отношение к зданию как к живому организму, который «дышит», «растет», «увядает» и т.д. (архитектура как среда обитания);
- применение в строительстве и архитектурном проектировании принципов метаболизма, саморазвития, разложения, гомеостаза (синергетические основы развития систем);
- минимизация отрицательных воздействий на окружающую среду: проектирование и возведение зданий с замкнутым циклом энерго- и ресурсопотребления.

### **3 ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТАХ**

Экологическим обоснованием проекта (ЭОП) называют научную процедуру, в процессе проведения которой на основании теоретических и экспериментальных сведений доказывается, что негативные последствия от реализации строительного проекта не будут выше уровня, который предусмотрен экологическими нормативами, либо проявляющиеся экологические последствия могут быть компенсированы. Отсутствие экологического обоснования проекта способно привести к возникновению не только локальных, но и глобальных экологических проблем. Ухудшение экологии в стране обусловило необходимость позаботиться о подготовке природоохранных разделов вместе с экологическим обоснованием проекта еще на стадии разработки проектной документации.

Экологическое обоснование проекта представляет собой документацию, включающую сведения об оценке влияния планировки территории либо возводимого строительного объекта на окружающую среду и природу. Основа обоснования – это теоретические и экспериментальные данные, доказывающие соблюдение экологических нормативов. В экологическом обосновании проекта указываются варианты компенсации урона, нанесенного окружающей среде, поскольку каждый строительный проект имеет определенное воздействие на природу (как локального характера, так и более масштабного).

Экологическое обоснование проектной документации является одной из самых важных частей градостроительного обоснования и разрабатывается в соответствии с Градостроительным кодексом РФ. Материалы данного раздела реализуются в виде чертежей, схем, таблиц либо пояснительной записки, которые несут информацию об экологических, санитарно-гигиенических и других характеристиках района будущей застройки и строительного объекта, а также о возможных ограничениях на использование данной территории. Информация для ЭОП может быть получена в ходе инженерно-экологических изысканий для строительства в процессе производства проектно-изыскательных работ.

В экологическом обосновании проектной документации основное место уделяется характеристике воздействия возведенного объекта на окружающую среду. ЭОП является обязательным требованием в процессе подготовки каждого проекта и помогает обнаружить, а также предупредить нарушения природоохранного законодательства Российской Федерации.

В экологическом обосновании градостроительных проектов оценивается экологическая безопасность проживания населения, целесообразность и оптимальность градостроительных проектных решений, выбор основных сооружений, намечаемых мероприятий по охране природы и сохранению историко-культурного наследия, а также определяются:

- устойчивое социально-экономическое развитие территории;
- рациональное природопользование, в том числе землепользование;

- комфортные условия проживания населения, отвечающие утвержденным нормативам и требованиям населения к качеству окружающей среды;
- защита территорий от опасных природных и техногенных воздействий;
- сохранение и восстановление историко-культурного наследия, уникальных природных ландшафтов, памятников архитектуры, садово-паркового искусства.

Нормативная основа экологического обоснования в градостроительных проектах – это нормативы и ограничения природопользования, санитарно-гигиенические нормы и правила, а также другие регламенты, определяющие экологическую безопасность проживания населения, в том числе нормативы качества ОС и нормативы воздействия на нее.

Генеральный план и экологический паспорт города (поселения) являются основными документами, определяющими экологические условия проживания населения, перспективы сохранения природных богатств и историко-культурного наследия парода.

В генеральных планах городов (поселений) необходимо экологически обосновать:

- выбор места (района) размещения нового города;
- размер (границы) города с учетом перспективы увеличения численности населения;
- планировочную структуру городской территории;
- функциональную организацию территории, размещение промышленных, селитебных, рекреационных объектов;
- размещение общественных центров, жилой застройки, улично-дорожной сети;
- размеры санитарно-защитных зон промышленных объектов;
- потребность города в ресурсах, в том числе природных, энергетических, трудовых и др.;
- защиту территории от опасных природных процессов и явлений;
- размещение отходов города, в том числе промышленных и бытовых (твердых, жидких, газообразных), условия их хранения, захоронения и переработки.

На территории города следует размещать объекты, функционально не связанные с его деятельностью и негативно влияющие на экологическое состояние городской среды.

Экологическое обоснование в генеральном плане города (поселения) должно включать:

- анализ и оценку существующей структуры землепользования, подтвержденную расчетами, аргументацию необходимости использования дополнительных земельных площадей;
- характеристику природных условий территории в районе размещения города (поселения), его историко-культурного наследия, оценку существующего экологического состояния городской среды, комплексный анализ состояния атмосферного воздуха, поверхностных и

подземных вод, ландшафтов, изменения геологических процессов при строительстве сооружений, экологической ситуации в жилых, промышленных и ландшафтно-рекреационных зонах;

- данные о водопользовании, оценку возможности дополнительного водообеспечения при перспективах развития города и прогнозируемых изменениях численности населения;
- сведения о сточных водах (количество, качество), включая ливневые, просадки карстов и др., и способах их очистки, оценку возможности использования нормативно-очищенных сточных вод (при технической невозможности повторного использования сточных вод — оценку предельно допустимого сброса загрязняющих веществ);
- анализ планировочной структуры города (поселения), оценку организационных мероприятий по планировке территории;
- сведения о количестве и токсичности поступающих отходов (с учетом перспектив развития города и изменений отходности промышленных производств), способах складирования и утилизации;
- оценку загрязнения городской среды промышленными объектами, транспортными средствами (с учетом существующей и планируемой дорожно-транспортной сети);
- мероприятия по защите населения от физических воздействий (шума, вибрации, электрических и магнитных полей, ионизирующего излучения, радиации), оценку их достаточности;
- планируемые мероприятия по озеленению города, сохранению уникальных природных и исторических объектов, анализ их достаточности;
- оценку рекреационного потенциала города, расчет размеров зеленых зон городов при перспективном развитии города (поселения);
- прогноз изменений экологических условий в городской среде при реализации намечаемых решений по структурной организации территории и архитектурно-планировочных, архитектурно-строительных и природоохранных мероприятий;
- оценку комфортности проживания в различных зонах города при существующей системе расселения и в перспективе при реализации проектируемых решений (архитектурно-строительных, организационных, природоохранных), оценку экологического риска намечаемых градостроительных решений;
- мероприятия по организации экологического мониторинга в городе (поселении).

Картографические материалы в экологическом обосновании генерального плана города (поселения) включают:

- ландшафтно-экологическую карту города/поселения (карту существующего экологического состояния городских ландшафтов);

- компонентные карты (геологическую, почвенную, растительности, животного мира, особо охраняемых территорий, защищенности грунтовых вод и т.д.);
- карту-схему источников загрязнения городской среды и физических воздействий;
- карту расположения объектов историко-культурного наследия;
- карту прогнозируемого экологического состояния городской среды и пригородной зоны.

Выбор земельного участка под строительство населенного пункта или его расширение должен осуществляться с учетом санитарно-гигиенических и экологических показателей городской среды и степени экологической опасности градостроительных решений, соответствия функционального использования природному потенциалу территории.

Ландшафтное планирование городской территории позволяет оценить ее полифункциональность, обосновать природные границы различных функциональных зон, особенно рекреационных и селитебных. Вписывание города в природный ландшафт – непереносимое условие оптимальной планировочной организации городской среды, которая достигается максимальным соответствием функционального использования ее природным особенностям и потенциалам.

*Инженерно-экологические изыскания для строительства* – это комплекс работ по исследованию компонентов окружающей природной среды: почвы, атмосферного воздуха, подземных и поверхностных вод, геофизических полей. В процессе проведения исследований специалисты не только получают актуальные данные, но и дают точный прогноз возможных негативных явлений, которые окажет на окружающую среду строительство зданий и сооружений. Оценка дается сразу по нескольким параметрам. Экологические изыскания для строительства могут сочетаться с другими видами исследований – инженерно-геологическими, геодезическими или гидрометеорологическими.

Планирование и организация работ ведутся в строгом соответствии с требованиями санитарного, природоохранного, градостроительного законодательства в области эксплуатации инженерных коммуникаций и подземных объектов. Инженерно-экологические изыскания часто проводятся в рамках мероприятий по организации экологического мониторинга или с целью определения инвестиционной привлекательности земельного участка.

Проведение инженерно-экологических изысканий является обязательным требованием к утверждению проектной документации на объект строительства. Согласно действующему законодательству их необходимо проводить:

- для участков, на которых планируется строительство зданий и сооружений;
- участков для прокладки инженерных коммуникаций;
- участков для комплексного озеленения и благоустройства, территории компенсационного озеленения;

- при проектировании работ по реабилитации водных объектов или рекультивации земельных участков;
- при проектировании реабилитационных работ;
- при обследовании территорий санитарно-защитных зон предприятий и промышленных объектов;
- для контроля над качеством работ по рекультивации.

Инженерно-экологические изыскания проводятся для реализации следующих задач:

- изучить техногенные и природные условия на территории размещения и хозяйственного использования возводимого объекта;
- дать оценку текущему состоянию основных компонентов окружающей среды на территории планируемой застройки;
- выявить неблагоприятные техногенные и природные факторы;
- дать точный прогноз возможным негативным последствиям, которые могут наступить на этапе инженерной эксплуатации или строительства объекта;
- разработать комплекс мероприятий по предотвращению негативных экологических проявлений;
- разработать оценку воздействия объекта на окружающую среду;
- организовать эффективную систему мониторинга.

Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) проводится на предпроектной стадии с целью обоснования инвестиций в строительство, учитывая возможные негативные воздействия на окружающую среду при строительстве/реконструкции объектов. Представляет собой оценку воздействия на окружающую среду, прогнозирование ее состояния при строительстве и последующей эксплуатации намеченного объекта, производится для создания благоприятных условий для жизни и здоровья населения путем комплексного благоустройства и реализации иных мер по предупреждению и устранению вредного воздействия на человека факторов среды обитания.

Разработка проекта ОВОС является обязательной для хозяйствующего субъекта для обоснования намечаемой хозяйственной или иной деятельности.

### **Этапы разработки проекта ОВОС**

#### **I этап**

1 Информирование и уведомление органов власти и общественности о намечаемой хозяйственной и иной деятельности.

2 Проведение предварительной оценки (информация о намечаемой хозяйственной и иной деятельности; о состоянии окружающей среды; о возможных значимых воздействиях на окружающую среду и мерах по уменьшению воздействия) и предварительной консультации для определения участников процесса (в том числе заинтересованной общественности).

3 Составление заказчиком технического задания (ТЗ) на проведение ОВОС.

#### **II этап**

1 Проведение исследований по оценке воздействия на окружающую среду в соответствии с ТЗ, включает:

- учет альтернатив реализации, целей деятельности, способов их достижения;
- определение мероприятий, уменьшающих, смягчающих или предотвращающих негативные воздействия, оценка их эффективности и возможности реализации;
- оценка значимости остаточных воздействий на окружающую среду и их последствий.

2 Ознакомление заинтересованной общественности с предварительным вариантом материалов по оценке воздействия на окружающую среду намечаемой хозяйственной и иной деятельности и представление своих замечаний.

### III этап

1 Подготовка окончательного варианта материалов по оценке воздействия на окружающую среду.

2 Утверждение окончательного варианта материалов по оценке воздействия на окружающую среду и передача его для использования при подготовке обосновывающей документации

3 Предоставление окончательного варианта материалов по оценке воздействия на окружающую среду на государственную экологическую экспертизу, а также на общественную экологическую экспертизу (если таковая проводится).

Проведение ОВОС для всех видов намечаемой хозяйственной или иной деятельности предусмотрено Федеральным законом от 23.11.95 г. N 174-ФЗ "Об экологической экспертизе". Процесс проведения оценки воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и подготовку соответствующих материалов регламентирует Приказ Госкомэкологии РФ от 16 мая 2000 г. N 372 "Об утверждении Положения об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации».

Отсутствие проведения оценки воздействия на окружающую среду является нарушением законодательства Российской Федерации в области охраны природы и влечет для виновных лиц ответственность в соответствии с положениями законодательства Российской Федерации.

Перечень мероприятий по охране окружающей среды (ПМООС) разрабатывается в составе проектной документации для строительства/реконструкции зданий и сооружений и содержит комплекс мероприятий по сохранению экологической безопасности территории.

Является обязательным разделом проектов реконструкции или нового строительства. Документ содержит комплекс мероприятий по охране окружающей среды, восстановлению природной среды, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов, обеспечению

экологической безопасности и технических решений по предупреждению негативного воздействия проектируемого объекта на окружающую среду, необходимых для реализации намечаемой деятельности, контроля хода строительства, а также для обеспечения экологически безопасной эксплуатации объекта.

Основной целью разработки раздела Проекта ПМООС является получение разрешения на строительство, реконструкцию или ликвидацию объекта органами Государственной экспертизы. Все работы по строительству, реконструкции, ликвидации зданий, строений, сооружений и иных объектов могут осуществляться только по проектам, в составе которых имеется раздел ПМООС.

### **Этапы разработки проекта ПМООС**

1 Выявление зоны воздействия деятельности объекта на окружающую среду.

2 Определение уровня воздействия объекта на окружающую среду при различных вариантах реализации проекта.

3 Мероприятия по предотвращению или снижению возможных неблагоприятных воздействий на среду по основным принимаемым решениям и оценка их эффективности и достаточности.

4 Мероприятия по организации мониторинга за состоянием окружающей природной среды.

После разработки раздел ПМООС в составе проектной документации сдается на государственную экспертизу или государственную экологическую экспертизу, по результатам которых выдается заключение.

Разработка раздела ПМООС проводится согласно положениям Федерального закона от 10.01.2002г. №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и требованиям Постановления Правительства РФ от 16.02.2008г. «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».

Не соблюдение требований в области охраны окружающей среды влечет за собой приостановление проектирования, размещения, строительства, реконструкции, ввода в эксплуатацию, эксплуатации, консервации и ликвидации зданий, строений, сооружений и иных объектов (Статья 34, п.2 Федерального закона от 10.01.2002 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды»).

Проект организации санитарно-защитной зоны определяет зону вокруг предприятия, вблизи которой не могут находиться жилые и селитебные зоны (зоны отдыха, детские сады и школы, лечебные учреждения и т.д.)

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) – территория, ширина которой обеспечивает уменьшение воздействия загрязнения (химического, биологического, физического) до значений, установленных гигиеническим нормативом, а для предприятий I и II класса опасности – как до значений, установленных гигиеническим нормативом, так и до величин приемлемого риска для здоровья населения.



Границы санитарно-защитной зоны устанавливаются от источников химического, биологического и /или физического воздействия, либо от границы промышленной площадки до ее внешней границы в заданном направлении.

Организация СЗЗ необходима, чтобы снизить уровень загрязнения атмосферы, уровень шума и другие негативные воздействия.

Проект СЗЗ обязаны разрабатывать предприятия, которые являются источниками химического, физического или биологического воздействия и которые относятся к объектам I-III классов опасности.

Проектирование санитарно-защитных зон осуществляется на всех этапах разработки Архитектурной документации, проектов строительства, реконструкции и эксплуатации отдельного промышленного объекта и производства и/или группы промышленных объектов и производств.

В проекте санитарно-защитной зоны должны быть определены:

- размер и границы санитарно-защитной зоны;
- мероприятия по защите населения от воздействия выбросов вредных химических примесей в атмосферный воздух и физического воздействия;
- функциональное зонирование территории санитарно-защитной зоны и режим ее использования.

Мероприятия, связанные с разработкой и утверждением положений проекта СЗЗ, регламентируются СанПин 2.2.1/2.1.1.1200-03. Срок действия проекта СЗЗ определяется сроком действия предприятия. Изменения в проект СЗЗ вносятся при внедрении новых проектов на смежных территориях.

Инвентаризация выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух предприятия, осуществляющие хозяйственную деятельность, обязаны проводить инвентаризацию стационарных источников и выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, документировать и хранить полученные сведения. Инвентаризация источников выбросов загрязняющих веществ – это оценка уровня загрязнения атмосферы выбросами предприятия с целью определения количественного и качественного состава выбросов по ингредиентам.

Этапы разработки проекта по проведению инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух:

- подготовительный;
- проведение инвентаризационного обследования;
- обработка результатов обследования и оформление выходных материалов.

На первом этапе составляются краткая характеристика предприятия, как источника загрязнения атмосферы, балансовые схемы и описания основных технологий. При этом должны быть определены выделяемые загрязняющие вещества и их источники.

На втором этапе проводится обследование источников выделения и загрязнения атмосферы, эффективности пылегазоочистного оборудования, определяются их характеристики.

На третьем этапе систематизируются результаты, анализируется заполнение бланков формы № 1-воздух, составляется перечень методик, используемых для определения концентраций, и расчетных методик определения выбросов загрязняющих веществ.

Инвентаризация выбросов загрязняющих веществ атмосферный воздух определяется в соответствии со статьей 22 Федерального закона от 4 мая 1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», Глава IV. Отсутствие инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу или предоставление недостоверных сведений влечет за собой административную ответственность в соответствии с Кодексом РФ об административных правонарушениях. Инвентаризация проводится один раз в пять лет. В случае реконструкции, изменения технологии, технологической схемы, производительности проводится уточнение/корректировка данных ранее проведенной инвентаризации.

На объектах, вводимых в эксплуатацию, инвентаризация стационарных источников, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, проводится не позднее, чем через два года после выдачи разрешения на ввод в эксплуатацию.

Предельно допустимый выброс (ПДВ) – норматив выброса загрязняющего вещества в атмосферный воздух, который определяется как объем или масса химического вещества либо смеси химических веществ, микроорганизмов, иных веществ, как показатель активности радиоактивных веществ, допустимый для выброса в атмосферный воздух стационарным источником и (или) совокупностью стационарных источников, и при соблюдении которого обеспечивается выполнение требований в области охраны атмосферного воздуха.

Проект ПДВ необходим для предприятий, имеющих источники выбросов в атмосферу (стоянка/гараж, обрабатывающее оборудование, котельная, АЗС, и т.д.). Проект (ПДВ) необходим для установления нормативов ПДВ, на основании которых определяется размер платежей за негативное воздействие на атмосферный воздух.

### **Этапы разработки проекта ПДВ**

1 Инвентаризация всех источников выбросов объекта и выделяемых ими веществ.

2 Составление проекта ПДВ и согласование его в соответствующих государственных органах.

3 Получение разрешения на выброс вредных веществ в атмосферу.

Проект нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) разрабатывается во исполнение Федерального закона "Об охране атмосферного воздуха" от 10.01.2002 г. №7-ФЗ, Федерального закона «Об охране окружающей среды» от 04.05.1999 г. № 96-ФЗ.

Несоблюдение экологических требований по проекту ПДВ при осуществлении хозяйственной и иной деятельности влечет за собой

административную ответственность (наложение штрафа; приостановление деятельности) согласно Кодексу РФ по административным правонарушениям.

Проект ПДВ разрабатывается сроком на 5 лет. Требуется ежегодное проведение инструментальных замеров на определенных точках, указанных в графике контроля выбросов.

Проект нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНООЛР) необходим для предприятий, осуществляющих деятельность в области обращения с отходами: от мусора при уборке территории и пищевых отходов в кафе до опасных отходов производства.

Разработка проекта НООЛР обязательна для индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, в результате хозяйственной и иной деятельности которых образуются отходы. Лимиты на размещение отходов устанавливают предельно допустимое количество отходов конкретного вида, которые разрешается размещать определенным способом. Если лимит превышен, предприятию грозит штраф.

Основными задачами при разработке ПНООЛР являются:

- определение (расчет) нормативов образования отходов;
- определение (расчет), на основе нормативов образования отходов и объема произведенной продукции (оказанных услуг, выполненных работ), количества ежегодно образующихся отходов;
- обоснование количества отходов, предлагаемых для использования и (или) обезвреживания;
- обоснование количества отходов, предлагаемых для размещения в конкретных объектах размещения отходов.

### **Этапы разработки проекта НООЛР**

1 Сбор информации о предприятии (проведение инвентаризации) и сбор необходимых документов, требующихся для разработки проекта.

2 Разработка тома ПНООЛР.

3 Согласование в местных органах Роспотребнадзор.

4 Утверждение проекта НООЛР в Управлении Росприроднадзора и получение «Документа об утверждении нормативов образования отходов и лимитов на их размещение».

Разработка ПНООЛР происходит в соответствии Приказом Ростехнадзора РФ № 703 от 19.11.07 и с приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 5 августа 2014 г. N 349 "Об утверждении Методических указаний по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение». При отсутствии ПНООЛР хозяйствующий субъект несет ответственность (имущественную, дисциплинарную, административную или уголовную) в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Срок действия проекта ПНООЛР и разрешения – 5 лет. В некоторых регионах РФ срок действия проекта – 5 лет, а разрешение выдается на 1 год и каждый год продлевается.

*Нормативы допустимых сбросов в водный объект (НДС).* В проекте выполняется расчет допустимых сбросов загрязняющих веществ, поступающих в водный объект с производственными и сточными водами в результате хозяйственной и иной деятельности предприятий.

Проект НДС является обязательным для разработки предприятиям, которые осуществляют сброс сточных вод в водный объект. Кроме того, норматив допустимого сброса должен быть установлен для каждого загрязняющего вещества в каждом выпуске сточных вод и для предприятия в целом.

### **Этапы разработки проекта НДС**

1 Осуществление инвентаризации источников сбросов.

2 Разработка и оформление проекта НДС.

3 Согласование и утверждение проекта НДС в государственных органах.

Проект НДС по общему правилу должен содержать, в том числе:

- ситуационный план (карту-схему) местности с привязкой к территории организации, эксплуатирующей водосбросные сооружения, к водному объекту, используемому для сброса сточных, в том числе дренажных вод с указанием сведений (географических координат и расстояния в километрах от устья (для водотоков) о местонахождении каждого выпуска сточных, в том числе дренажных вод;
- план территории организации, эксплуатирующей водосбросные сооружения, с наложением сетей водоснабжения, водоотведения и ливневой канализации с указанием мест размещения очистных сооружений;
- данные о технологических процессах, в результате которых образуются сточные, в том числе дренажные воды;
- данные о составе очистных сооружений, эффективности очистки.

Документами, определяющими проведение проекта НДС, являются Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»; Федеральный закон «Водный кодекс РФ» от 12.04.2006 г. № 74-ФЗ; постановление Правительства РФ № 469 от 23.07.2007 г. «О порядке утверждения нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей»; Постановление РФ № 881 от 30.12.2006 г. «О порядке утверждения нормативов допустимого воздействия на водные объекты». Несоблюдение экологических требований по проекту НДС при осуществлении хозяйственной и иной деятельности влечет за собой ответственность согласно Кодексу РФ по административным правонарушениям.

Срок действия Проекта нормативов допустимых сбросов и Разрешения на сброс загрязняющих веществ в окружающую среду (водный объект) при условии неизменности производственного процесса – 5 лет.

На основании согласованного Проекта нормативов допустимых сбросов выдается Разрешение на сброс загрязняющих веществ в окружающую среду

(водный объект). Если лимиты на сбросы не установлены, то разрешение на сброс выдается на срок действия нормативов допустимых сбросов. В случае установления лимитов срок действия разрешения составляет один год.

#### **4 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРОДСКИХ ПОЧВ**

В городской среде даже преобразованный почвенный покров выполняет различные экологические функции.

- Здесь замыкаются биогеохимические круговороты всех основных химических элементов, входящих в состав живых организмов.
- В верхних почвенных горизонтах интенсивно накапливаются техногенные поллютанты и сохраняются долгое время.
- Культурный насыпной (антропогенный) слой почвы постоянно биологически и химически преобразуется.
- Инфильтрация загрязненных осадков через загрязненные почвы приводит к загрязнению грунтовых подземных вод.
- Городские почвы представляют собой питательный субстрат для растений, входящих в систему озеленения городов, создания их индивидуальных образцов. Верхний слой почвы является питательным субстратом для городских газонов.
- Сохранение «ковровости» газонного покрытия препятствует поступлению пыли в городской воздух.
- Пригодность для произрастания зеленых насаждений, способность накапливать в своей толще поллютанты и удерживать их от проникновения в почвенно-грунтовые воды, а также способность препятствовать поступлению пыли в городской воздух определяется плодородием городских почв.

Городской почвенный покров выступает отличным поглотителем газовых примесей, в том числе от автотранспорта, предприятий черной и цветной металлургии, нефтехимии и нефтепереработки, теплоэнергетики и других промышленных объектов. Благодаря деятельности почвенной биоты, дыханию почвенных микроорганизмов, корней растений, жизнедеятельности почвенных животных почвенный покров также может регулировать газовый состав атмосферы за счет выделения и поглощения основных биогенных газов: метан, аммиак, углекислый газ и др.

Но в условиях урбосистемы и сам почвенный покров становится источником загрязнения окружающей среды. Так, в крупных промышленных центрах с развитой автотранспортной сетью, промышленными, рекреационными и селитебными зонами до 70-90 % поверхности почвы находится под асфальтовым или бетонным покрытием, жилыми или промышленными постройками, то есть являются «запечатанными». По этой причине большая часть загрязненных атмосферных осадков минует почвенное покрытие и проникает через ливневую канализацию сразу в водоемы и речную

сеть. «Запечатанные» асфальтом и бетоном почвы нарушают условия функционирования городской почвы, препятствуют проникновению в нее дождевых осадков, изменяют ее водно-воздушный режим. При этом, асфальтобетонное покрытие защищает нижние почвенные горизонты от множества химических загрязнителей. Здесь продолжается жизнедеятельность микроорганизмов, происходит газообмен с воздухом атмосферы. Отрицательным последствием, создающимся вследствие запечатывания почвы, является усиление парникового эффекта. При нарушении водно-воздушного режима, отсутствии естественной аэрации происходит переувлажнение почвы. Городские жители могут наблюдать данное явление при повышении влажности в подвалах как частных домов, так и многоэтажных зданий. Крайним проявлением переувлажнения является разрушение фундаментов городских зданий и сооружений. Как следствие, для здоровья жителей нижних этажей наблюдается повышенная влажность помещения, развивается патогенная и грибковая микрофлора в квартире, с которой практически невозможно бороться.

Активная и разносторонняя деятельность современного человека в мегаполисах ведет к возникновению существенных и часто необратимых изменений окружающей природной среды. Изменения функционального круговорота в урбоэкосистемах, вызванные техногенной деятельностью, зависят от масштабов вмешательства человека, в большинстве случаев они сопровождаются отрицательными последствиями, влияющими на качество среды ее экологическое состояние и степень нагрузки от антропогенной деятельности.

По сравнению с ненарушенными природными экосистемами (лесами, лугами, озерами и т.п.) городская среда обладает меньшей рекреационной ценностью. Урбанизированные экосистемы характеризуются изменением биологических круговоротов основных биогенных элементов, сокращением биоразнообразия, увеличением численности патогенных микроорганизмов. Поверхностные горизонты профиля почв в городах отличаются от природных аналогов химическими и водно-физическими свойствами почвенного раствора. Кроме того, почва урбанизированных территорий часто содержит строительный мусор, бытовые отходы. Следствием такого загрязнения является повышенная щелочность pH почвенного раствора по сравнению с природными зональными аналогами. Почвенные горизонты в городе перемешаны. Часто городская почва переуплотнена, их профиль неоднороден, насыщен антропогенными включениями и отражает сложную историю развития города. При этом подвергаются перемешиванию разновозрастные исторические почвы и более-менее современные культурные слои.

В городах почвенный покров рекомендуется рассматривать как систему из компонентов, взаимодействующих между собой, с характерными для данного уровня организации свойствами, или как систему целостных объектов. Нарушение структуры и функций отдельных компонентов таких систем под воздействием факторов окружающей среды приводит к перестройке в режимах

функционирования всей системы в целом. Почвенные системы особенно отзывчивыми на изменения среды под действием антропогенных факторов.

Естественный почвенный покров на большей части городских территорий уничтожен. Он сохраняется лишь отдельными участками в городских рекреационных зонах, скверах, бульварах, лесопарках и парках. Городские почвы различаются по характеру формирования (насыпные, перемешанные), по гумусированности, по степени перемешивания нарушенного профиля, по количеству и составу включений (бетон, стекло, токсичные отходы) и т.д. Большая часть городского почвенного покрова характеризуется отсутствием генетических горизонтов и наличием слоев искусственного происхождения, различных по окраске и мощности.

Характеристика видов городских почв.

*Урбаноземы*, занимают наибольшие площади в городских ландшафтах. Почвенный профиль не соответствует зональным природным аналогам, на которых строился город. Состоят из пылевато-гумусного субстрата разной мощности и качества с примесью городского мусора. Часто подстилаются водонепроницаемыми материалами, такими как асфальт, фундамент, бетонные плиты, городские подземные коммуникации и пр. Генетические горизонты могут полностью отсутствовать или формироваться, начиная от глубины в 50 см и более. Урбанозем в городских условиях отражает все культурные слои, историю города.

*Агроурбаноземы или культуроземы*, данные городские почвы формируются в тех зонах города, в которых исторически производилась их обработка, подготовка для использования растительности. Например, почвы фруктовых и ботанических садов, а также старых или заброшенных огородов. Отличительной чертой таких почв является большая мощность гумусового горизонта, часто более 50см. При этом данный почвенный горизонт существенно «окультурен» человеком, так как содержит вносимые человеком различные удобрения, перегнойно-торфяно-компостный слой. Как правило культурозем развивается на нижней иллювиальной части почвенного профиля, на культурном историческом слое или на других по происхождению грунтах.

*Некроземы* – разновидность городских почвы, входящие в комплекс почв городских кладбищ.

*Индустриземы или поллютоземы* – это городские почвы промышленно-коммунальных зон. Как правило, именно данные почвы находятся под мощным техногенным прессом, и как следствие характеризуются сильной загрязненностью тяжелыми металлами, нефтепродуктами и другими токсичными веществами. В некоторых из них уровень загрязнения характеризуется как «опасный» и «чрезвычайно опасный». Такие почвы создают геохимические аномалии в городской черте, являются опасными для здоровья городских жителей, так как являются вторичным источником поступления поллютантов в организм человека вместе с пылью. Наличие токсикантов, особенно в верхних почвенных горизонтах, изменяет почвенно-поглощающий комплекс почв, отрицательно влияет на почвенную биоту,

активность почвенных микроорганизмов и ферментов, сокращает почвенное биоразнообразие. По физическим свойствам данные почвы могут быть уплотненными, бесструктурными, с включениями токсичного непочвенного материала объемом более 20%. Именно за высокий уровень аккумуляции техногенных загрязнителей эти почвы иногда называют «поллютоземы».

*Интруземы или нефтеземы* – городские почвы, которые формируются в результате аварий транспортных систем, в том числе и трубопроводной, при разливах через мостовые, от автозаправочных станций и автомобильных стоянок. В таких случаях верхний почвенный горизонт загрязнен нефтью и нефтепродуктами: моторные масла, мазут, бензин, дизельное топливо и другие. В современных городах рост числа транспортных средств, приводит к недостаточному количеству оборудованных автостоянок. Во многих дворах, в том числе и в г. Рязани, частные транспортные средства могут находиться на газонах. Неисправности в топливной системе автомобиля могут привести к попаданию бензино-масляной смеси в почву и дальнейшей их миграции по почвенному профилю в подземные воды. Данный процесс очень опасен для биосферы в целом. Ведь на сегодняшний день не существует эффективных механизмов по очистке подземных вод как от нефти, так и нефтепродуктов.

*Техноземы* – это особые почвенные образования, которые отличаются между собой качественным составом, свойствами верхнего гумусового горизонта и его мощностью. Как правило, в разных городах подстилающие породы и почвообразующий материал техноземов различны. Среди техноземов выделяют *реплантоземы* и *конструктоземы*. Первые состоят из маломощного гумусового слоя, или слоя органоминерального вещества, нанесенных на поверхность рекультивируемой породы из смеси насыпных или других свежих грунтов. Такие почвы формируются в районах городских промышленных и селитебных новостроек, при создании новых газонов и прочее. Для конструктоземов характерно целенаправленное конструирование почвогрунта с определенными свойствами. Как правило, такие образования состоят из нескольких слоев грунта разного гранулометрического состава, плодородия, происхождения и мощности. Конструирование почвенного профиля идет по модели природной почвы. Конструктоземы используют для оптимизации системы озеленения.

Современные крупные промышленные центры характеризуются уменьшением площади открытых, засеянных злаками и декоративными растениями городских почв. Более 50 % городской территории покрыто асфальтобетоном и другими дорожными покрытиями. Многие специалисты считают, что данный показатель будет возрастать. И при существующих темпах строительства может достигнуть 70-90%. Под зданиями, сооружениями, коммуникациями, аэропортами, автодорогами функционируют по своим закономерностям запечатанные почвы и грунты. Они являются неотъемлемой частью городской экосистемы. На сегодняшний день это самые малоизученные элементы города, которые практически не изучаются при экологической оценке урбанизированных территорий. Такие запечатанные почвы называют



*экраноземами*. Как правило, они сильно уплотнены, в них нарушен водный, тепловой и воздушный режимы. Отсутствует поступление вещества извне. Верхняя часть профиля запечатанной почвы обычно нарушена. А в процессе укладки дорожного покрытия или строительства верхний профиль полностью удаляется без дальнейшего восстановления.

Таким образом, почва в городской экосистеме является важнейшим компонентом, выполняет ряд экологических функций, находится под постоянным стрессом, вызванным техногенной деятельностью.

## **5 ФИЗИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

Физическое загрязнение городской среды обусловлено следующим:

- акустическое воздействие (шум);
- вибрации;
- электромагнитное загрязнение: ионизирующие излучения: радиационное воздействие (потoki  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  частиц); электромагнитные излучения длиной волны менее 10-7см; неионизирующие излучения: электромагнитный спектр с длиной волны более 10-7см.

1 *Шумовое загрязнение*. Шумовое загрязнение вносят железнодорожные поезда, трамваи, автомобили, самолеты, крупные предприятия, строительные процессы и др. Воздействие шума на человека определяется уровнем и высотой звуков, составляющих шум, а также продолжительностью его воздействия.

Шум в 0 дБ (децибел) – создает зимний лес в безветренную погоду.

Шум в 1 дБ еле уловим человеком с исключительно острым слухом.

Шум в 10 дБ принимают за порог слышимости для большинства людей с нормальным слухом – шум от нормального дыхания человека.

Шум в 20 дБ создает шепот.

Отдых и сон считаются полноценными, когда шум не превышает 25-30 дБ. Кратковременно допустим шум в 80 дБ, более сильный шум вреден. Болевой порог, за которым возможно непосредственное повреждение слухового аппарата, лежит в пределах 120-130 дБ.

Уровень уличных шумов обуславливается множеством факторов:

- *интенсивностью, скоростью и характером (составом) транспортного потока*. Он зависит от планировочных решений (продольный и поперечный профиль улиц, высота и плотность застройки) и таких элементов благоустройства, как покрытие проезжей части и наличие зелёных насаждений. Каждый из этих факторов способен изменить уровень транспортного шума в пределах до 10 дБ.
- *увеличением в общем потоке автотранспорта грузовых автомобилей, особенно большегрузных с дизельными двигателями*. Шум, возникающий на проезжей части магистрали, распространяется не только на примагистральную территорию, но и вглубь жилой застройки.

Так, в зоне наиболее сильного воздействия шума находятся части кварталов и микрорайонов, расположенных вдоль магистралей общегородского значения (эквивалентные уровни шума от 67,4 до 76,8 дБ). Уровни шума, замеренные в жилых комнатах при открытых окнах, ориентированных на указанные магистрали, всего на 10-15 дБ ниже.

Шум от двигателя резко возрастает в момент его запуска и прогрева (до 10 дБ). Движение автомобиля на первой скорости (до 40 км/ч) вызывает излишний расход топлива, при этом шум двигателя в 2 раза превышает шум, создаваемый им на второй скорости. Значительный шум вызывает резкое торможение автомобиля при движении на большой скорости.

При гигиеническом нормировании в качестве допустимого устанавливается такой уровень шума, влияние которого в течение длительного времени не вызывает изменений во всём комплексе физиологических показателей, отражающих реакции наиболее чувствительных к шуму систем организма.

Уровень шума около зданий в дневное время не должен превышать 55 дБ, ночью (с 23 до 7 ч утра) – 45 дБ. Для территорий, прилегающих к санаториям и больницам значение на 10 дБ ниже, для гостиниц и общежитий на 5 дБ. В квартирах – соответственно 40 и 30 дБ.

Суммарный шум от больших транспортных потоков достигает высокого уровня (90-95 дБ) и стоит на магистралях почти круглосуточно.

В соответствии со спектральным составом шумы делятся:

- низкочастотные до 30 Гц – шумы, проникающие через стены, перекрытия. Допустимый уровень – 90 – 100 дБ.
- среднечастотные шумы – звук с частотой 300 – 800 Гц. Шумы большинства машин, станков. Допустимый уровень – 85-90 дБ.
- высокочастотные – звуки с частотой более 800 Гц. Это звенящие, свистящие шумы, характерные для агрегатов ударного действия. Допустимый уровень – 75-85 дБ.

Дополнительный критерий – разборчивость речи, которая должна быть удовлетворительной в условиях шумов всех трех классов. Речь произносится голосом нормальной громкости в 1,5 м от говорящего.

Существуют различные мероприятия по защите от автомобильного шума.

*Организационные мероприятия.* К ним относится создание нормативно-методической базы в области проектирования, эксплуатации и мониторинга за шумоизлучающими объектами, а также разработка законодательных мер, обеспечивающих правовые основы деятельности организаций и лиц, контролирующей соблюдение норм по шумовому загрязнению.

*Инженерно-технические мероприятия.* К ним относятся конструктивные и проектные решения, предусматривающие максимальное снижение звуковой мощности оборудования.

*Архитектурно-планировочные мероприятия или градостроительные мероприятия* по защите населения от шума:

- увеличение расстояния между источником шума и защищаемым объектом, рациональная застройка магистральных улиц.
- использование шумозащитных полос озеленения. Снижение уровня шума зелеными насаждениями зависит от их конструкции, породного состава и ширины.

Существенный защитный эффект достигается в том случае, если жилая застройка размещена на расстоянии не менее 25-30 м от автомагистралей и зоны разрыва озеленены. При замкнутом типе застройки защищёнными оказываются только внутриквартальные пространства, а внешние фасады домов попадают в неблагоприятные условия, поэтому подобная застройка автомагистралей нежелательна.

Строительно-акустические шумозащитные мероприятия. В первую очередь это экранирование источников шума. Экранами могут служить: стены из шумопоглощающего материала; нежилые здания, размещаемые между жилой застройкой и источниками шума; предприятия торговли, многоэтажные гаражи, административные здания, где установлены неоткрываемые оконные блоки, шумозащитные жилые дома. В последнем случае применяют два основных приема организации шумозащиты – планировочный и конструктивный.

Шумозащитная планировка жилого дома заключается в том, что защищаемые от шума помещения размещаются только по одному фасаду, который ориентируется в сторону, противоположенную источнику шума. На обращенный в сторону источника фасад выводятся окна подсобных помещений, кухонь, лифтовых холлов, других подсобных помещений. На этот фасад допускается выводить окно одной из комнат 3-комнатных квартир и квартир с большим числом комнат. Примером конструктивных решений может служить установка шумозащитных стеклопакетов с вентиляционными клапанами.

*2 Вибрации* – малые механические колебания низкой частоты, возникающие в телах под воздействием переменного физического поля. Вибрации возникают: при движении рельсового транспорта, автомобилей; при эксплуатации метрополитенов неглубокого залегания.

По способу передачи на человека различают общую и локальную вибрации. Локальная вибрация передается в основном на руки человека. Общая вибрация передается через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека и вызывает сотрясение всего организма. Она делится на несколько категорий: транспортная вибрации (источник – автомобили, рельсовый транспорт); транспортно-технологическая (источники – экскаваторы, бульдозеры, асфальтоукладчики); технологическая (к ее источникам относят все стационарное шумоактивное оборудование).

Нормы общей вибрации установлены в октавных диапазонах со среднегеометрическими частотами 2; 4; 8; 16; 31,5; 63 Гц, а локальной вибрации - 16; 32; 63; 125; 250; 500; 1000 Гц. По степени допустимого воздействия различают вибрацию на рабочих местах (воспринимаемую

человеком при выполнении своих производственных обязанностей), вибрацию в жилых и общественных зданиях (создаваемую вспомогательным технологическим оборудованием и транспортом). В первом случае ПДК вибрации – это уровень, который при ежедневной работе, в течение всего рабочего стажа и в отдельные сроки жизни не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья. ПДК вибрации для жилого помещения – это уровень вибрации, который не должен вызывать у человека беспокойства и существенных показателей функционального состояния при любых сроках воздействия. Для предотвращения воздействия вибрации на организм человека применяются различные виброгасительные и демпфирующие устройства (амортизаторы, демпферы, рессоры, пружины и т.д.).

*3 Электромагнитное загрязнение.* Электромагнитные излучения создают периодически меняющиеся в пространстве электромагнитные поля, в которых переменное электрическое и магнитное поле тесно взаимосвязаны. Источники электромагнитного загрязнения в условиях городской среды условно разделяют:

- точечные (радиостанции, телецентры);
- узловые (промышленные установки);
- линейные (линии электропередач, электрифицированные линии железных дорог).

За последние годы в городах число разнообразных источников электромагнитных полей (ЭМП) резко увеличивается. Это радиотелефоны, радары ГАИ, микроволновые печи, компьютеры и т.д. В Москве только за последние годы уровень электромагнитного загрязнения вырос в 20-30 раз. В Санкт-Петербурге интенсивность ЭМП в 1000 раз превышает внегородской уровень. Обычный уровень низкочастотного электромагнитного поля крупного промышленного города соответствует ситуации природной «магнитной бури». Наиболее чувствительные системы организма человека к ЭМП – нервная, иммунная, эндокринная и половая. Результатом продолжительного воздействия ЭМП даже относительно слабого уровня могут быть раковые заболевания, изменение поведения, склонность к развитию стрессовых реакций, потеря памяти, бессонница, астма, угнетение половой функции, аритмия, хроническая городов вызвана скачками мощных низкочастотных техногенных электромагнитных полей. Для защиты населения в условиях города устанавливаются санитарно-защитные зоны по обе стороны от линии электропередач.

## 6 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ГОРОДСКОЙ ЭКОСИСТЕМЕ

Зеленые насаждения города входят в состав комплексной зеленой зоны – единой системы взаимосвязанных элементов ландшафта города и прилегающего района. Функции данной зоны: обеспечение озеленения и обновления территории; природоохранная функция; рекреационная; улучшение условий труда и проживания.

Комплексная зеленая зона состоит из ядра (территория городской застройки) и внешней зоны. В ядре выделяют: микрорайоны, кварталы; зеленые насаждения различного назначения; озеленение улиц, дорог, площадей; озеленение промышленных территорий. Внешняя зона включает: внегородскую застройку, промышленные территории, места отдыха, зеленые массивы, сельскохозяйственные территории и водоемы.

В современных условиях весьма важной является проблема сохранения и оздоровления среды, окружающей человека в городе, формирования в городе условий, благотворно влияющих на психофизическое состояние человека, что особенно важно в период интенсивного роста городов, развития всех видов транспорта, повышения с каждым годом тонуса городской жизни. Зеленые насаждения влияют на температурно-влажностный режим: даже небольшой зеленый массив снижает температуру летом на несколько градусов не только внутри себя, но и в прилегающих районах. Зеленые насаждения влияют на ионизацию воздуха, также насаждения обладают большой испаряющей способностью.

Важную роль играют зеленые насаждения в процессе газообмена: они поглощают углекислый газ и выделяют кислород. Это их свойство используется в условиях города. Также их можно использовать для очищения городской среды от пыли и газа. Эту особенность деревьев полезно учитывать при проектировании посадок, защищающих от пыли.

Велика роль зеленых насаждений в формировании городской среды. Шелест листьев, пение птиц, эстетическое воздействие благотворно влияют на нервно-психическое состояние человека, озеленение организует микроклимат и приближает условия окружающей человека среды к естественным.

Санитарно-гигиенические требования к жилой застройке определяют необходимость защиты жилых массивов от шума. Одним из главных источников шума на городских магистралях является автотранспорт. Зеленые насаждения помогают человеку в борьбе с шумом. Проведенные исследования показывают, что даже в безлиственном состоянии зеленые насаждения снижают уровень шума на 2-6 дБА. Зеленые насаждения поглощают до 24% звуковой энергии, а оставшуюся ее часть отражают, рассеивая ее во всех направлениях. Отсутствие зеленых насаждений часто приводит к возрастанию уровня шума, так как звуковые волны усиливаются, отражаясь от вертикальных плоскостей зданий.

Для защиты территории от шума устраивают экраны из зеленых насаждений между источником шума и защищаемыми объектами. Высоту таких экранов принимают по специальным расчетам. В соответствии с ними и выбирают породы деревьев нужной высоты (обычно не менее 5-8 м). Зеленые насаждения в шумозащитном экране должны плотно смыкаться своими кронами как по горизонтали, так и по вертикали. Для этого используют в верхнем ярусе лиственные густокронные деревья, а в нижнем - кустарники. Внутри микрорайона зеленые насаждения снижают шум от других источников шума: спортивных, детских и хозяйственных площадок.

Зелень всегда приятна для глаза, она оживляет силуэты каменных городов. С помощью озеленения можно объединить воедино и создать композиционно целое из отдельных зданий. При правильном подборе ассортимента деревьев и кустарников, вьющихся растений, цветов и газона можно искусственно создать разные цветовые гаммы, выразительные сочетания растений по их формам, очертанию, структуре, объему.

В целом система озеленения современного города включает три группы насаждений:

- общего пользования;
- ограниченного пользования;
- специального назначения.

*Насаждения общего пользования.* В эту группу включены зеленые насаждения, доступные всем жителям города:

- парки культуры и отдыха, центральные парки общегородского и районного значения;
- лесопарки и парки-заповедники;
- детские парки;
- городские сады, скверы, бульвары;
- насаждения на улицах и при общественных учреждениях.

Насаждения общего пользования защищают пешеходов от шума, пыли, избыточной солнечной радиации, помогают улучшить условия для продолжительного и кратковременного отдыха населения, организовать массовые культурно-просветительные мероприятия, занятия физкультурой и проведение оздоровительной работы среди населения.

*Насаждения ограниченного пользования.* К этой категории относятся зеленые насаждения, располагающиеся на территории учреждений и предприятий:

- насаждения при учебных заведениях, детских учреждениях, при клубах, дворцах культуры, домах пионеров, при научно-исследовательских учреждениях, больницах и лечебно-профилактических учреждениях;
- насаждения внутриквартальные за исключением садов микрорайонов.

Эта категория зеленых насаждений используется для занятий на открытом воздухе физкультурой, для проведения игр детей, лечебных и профилактических процедур, специальных исследований и отдыха людей в перерывах от работы.

*Насаждения специального назначения.* Эта категория зеленых насаждений включает:

- защитные зоны при промышленных предприятиях, защищающие от неблагоприятных природных явлений;
- водоохранные зоны;
- противопожарные насаждения защитного и мелиоративного назначения;
- насаждения вдоль улиц, автомобильных дорог;
- насаждения при спецобъектах (питомники, цветочные хозяйства, ботанические и зоологические сады).

В соответствии с назначением насаждений выбирают типы посадок, ассортимент деревьев. Зеленые насаждения специального назначения уменьшают неблагоприятные влияния промышленных предприятий, транспорта на окружающую среду, защищают от ветров, снежных и песчаных бурь, служат препятствием для распространения огня, дыма, шума, селевых потоков, защищают от загрязнения и излишнего испарения водоемы, формируют ландшафт.

Насаждения общего, ограниченного пользования и специального назначения вместе составляют и в целом характеризуют систему озеленения города.

*Общегородские зеленые насаждения.* К этой группе относятся лесопарки, городские парки культуры и отдыха, назначение которых - обеспечение длительного отдыха населения (от 2 до 8 ч). Лесопарки представляют собой обширные территории благоустроенных, естественных лесов. В лесопарках при наличии водоемов размещаются пляжи, лодочные станции, спортивные комплексы, зоны отдыха. Парки культуры и отдыха более благоустроены. Их территории зонируются для обособленного размещения зрелищных сооружений, культурно-просветительных объектов, спортивных и физкультурных сооружений, детских площадок, площадок тихого отдыха взрослых и хозяйственной зоны.

*Насаждения жилых районов.* К этой группе относятся парки, скверы, сады, насаждения общественных и культурно-бытовых учреждений, посадки на улицах и при жилых домах.

Среди парков наиболее часто встречаются детские, спортивные парки общего назначения. Существуют и другие разновидности парков, наличие которых в городе определяется конкретными особенностями развития населенного пункта, его назначением и климатическими условиями. Например, исторический и мемориальный парки создаются на основе памятников, связанных с яркими историческими событиями, именами замечательных людей. Ботанический, этнографический парки возникают в местах с особыми климатическими условиями, богатой древней культурой. Зоологический парк, парк развлечений, парк-выставка создаются в особо развитых или курортных центрах.

Планировочно все парки решаются как лугопарки, гидропарки или обычные парки. В лугопарках основная часть территорий занята открытыми

пространствами с луговым газоном. Гидропарки насыщены гидросооружениями – водоемами, прудами, каскадами, фонтанами и т.д.

Сады, скверы, бульвары и насаждения на улицах служат для кратковременного отдыха и защищают жителей от неприятных явлений: шума, пыли, излишнего солнечного облучения, а также организуют пешеходное движение. Озеленение жилых территорий улучшает микроклимат и создает оптимальные условия для круглосуточного отдыха населения непосредственно у жилых домов. Зеленые насаждения на участках школ и детских яслей-садов способствуют полноценному развитию детей. Озеленение общественных учреждений используется для кратковременного отдыха посетителей.

В городах должна проектироваться единая система парков, скверов, бульваров и других видов озеленения. Особый эффект достигается, если обеспечивается непрерывность зеленой сети.

При формировании природного каркаса города важно учитывать следующие принципы:

- преобладание построения каркаса в экзогенном плане (главные оси природного каркаса города должны быть логическим продолжением тех или иных элементов природного каркаса района);
- взаимосвязанность элементов каркаса (каркас должен представлять собой не случайную мозаику различных по назначению городских зеленых насаждений, а скорее сетку экологических осей, на пересечении которых целесообразно формировать сравнительно крупные массивы зелени (зеленые зоны) – центры экологической активности);
- относительную автономность отдельных частей каркаса (элементы каркаса должны проникать во все наиболее значительные структурные звенья города - жилые и промышленные районы, микрорайоны и др.);
- функциональное соответствие каркаса конкретным природным и экономическим особенностям города, что должно выражаться как в построении структуры каркаса, так и в его биологических характеристиках;
- одновременное формирование каркаса (в новых городах) с городской застройкой как части архитектурно-планировочной структуры города.

Структуру природного каркаса города условно можно подразделить на макро-, мезо- и микроструктуру.

*Макроструктура* – расположение зеленых массивов в черте города по отношению к массивам жилых кварталов, к промышленным районам города и транспортным узлам, к искусственным и естественным водоемам. Макроструктура создается при составлении генерального плана города.

Кольцевая макроструктура сформирована обычно в силу исторических причин в центрах старых городов: озеленение по периметру «бульварное кольцо» и за счет прежних загородных садов, кладбищ.

Мозаичная макроструктура создается при слиянии близких сельских поселений с городом, росте промышленных пригородов.



*Мезоструктура* – расположение скверов, садов по отношению к улицам и постройкам в пределах отдельных микрорайонов города.

В старых частях города «зеленая мезоструктура» делится на два типа межквартальный – озеленены улицы, перекрестки; внутриквартальный – основная масса растений растет в огородах, садах, за домами внутри кварталов.

*Микроструктура* – расположение отдельных элементов озеленения: газонов, цветников, кустарников, деревьев. Ценность отдельных элементов микроструктуры не совпадает с точки зрения экономики, экологии и эстетики. Дорогие и эстетически ценные элементы озеленения – цветники и газоны – имеют не большую экологическую ценность. Высокоэффективными являются густые живые изгороди, пруды с богатой растительностью, сомкнутые группы деревьев.

Процесс городского флорогенеза происходит преимущественно стихийно. В составе городской флоры можно выделить несколько групп:

- I группа – виды растений, существующие только в окультуренном состоянии и используемые человеком для удовлетворения его жизненных потребностей.
- II группа – экзотические растения, в естественных условиях обитающие в иных природно-климатических зонах, в условиях же городской среды, обитающие только в жилищах человека или в специальных сооружениях (оранжереи, теплицы).
- III группа – неокультуренные растения, которые человек преднамеренно расселяет или выращивает в городах, но уже в природно-антропогенных или антропогенных местообитаниях. В данной группе можно выделить две подгруппы: интродуцированные виды и аборигенные (автохтонные) виды, обитающие в новых или измененных условиях среды.
- IV группа – это непреднамеренные интродуценты, «виды пришельцы», появление которых в данном регионе или городе не предусматривалось человеком, но которые распространились благодаря хозяйственной деятельности человека, в результате антропогенных преобразований ландшафтов, сопутствующих урбанизации.
- V группа – синантропные, т.е. виды, живущие в селитебном ландшафте, в непосредственном соседстве с человеком: в жилищах и других сооружениях, вблизи жилья и временных построек и распространяющиеся по мере распространения ландшафта данного класса:
- VI группа – дикорастущие растения, живущие в городах в различных местообитаниях – от слабонарушенных и трансформированных природных до антропогенных.

Важной чертой флоры городской территории является увеличение флористического богатства, по сравнению с естественными экосистемами. Такой рост имеет несколько причин.

- Положение старинных городов по отношению к физико-географическим районам, как правило, оказывается пограничным.

Данная пограничная область, называемая экотонном, представляет собой мозаику условий, соответствующих контактирующим зонам, поэтому биоразнообразие здесь будет значительно выше, чем в каждой отдельной зоне.

- Большое значение в формировании флоры урбанизированных территорий имеет деятельность человека, которая приводит не только к разрушению естественных экосистем, но и к созданию новых типов местообитаний, ранее в данной местности не встречавшихся.
- Процессы вымирания некоторых таксонов, связанные с антрополическим нарушением их мест обитаний, компенсируются иммиграцией. Среди растений наших городов преобладают виды американского происхождения (около трети видов), значительная часть видов происходит из Средиземноморья, Южной Европы, Малой Азии, Ирана, Индии. Доля растений-иммигрантов в составе урбанофлоры постоянно растет.
- Важным фактором повышения богатства городской и флоры являются микро- и макроэволюционные изменения. В техногенных ландшафтах, характеризующихся загрязнением воздуха, аномальным составом почв и другими признаками, идет сильное прямое воздействие на генетический аппарат растений, что приводит к появлению многочисленных морфологических изменений.
- Мощным фактором «городского» флорогенеза в настоящее время является интродукция.

В целом в формировании флоры в условиях городской среды можно выделить следующие основные закономерности.

- Мозаичный характер зеленых насаждений и наличие различных по своим условиям биотопов, например: плотная и разреженная застройка, садово-парковые зоны, свалки и пустыри, пригороды с индивидуальными постройками и садами. Такое разнообразие биотопов поражает и большое разнообразие экологических ниш, влияя на видовой состав растительности.
- В отличие от естественной, городская флора более динамична и непостоянна. Она довольно быстро реагирует на изменения в деятельности местных промышленных предприятий.
- Городская флора по мере своего преобразования приобретает все более выраженные термоксерические черты в ущерб своим зональным особенностям. Флора городов насыщена видами более южных регионов.
- Возрастает число видов цветковых растений, падает - споровых и голосеменных.

В условиях города растительность подвергается значительной техногенной нагрузке. Можно выделить следующие основные факторы, оказывающие влияние на состояние городских насаждений:

- загрязнение окружающей среды;

- изменение микроклиматических процессов;
- нарушение технологии посадки;
- неудовлетворительное состояние почвы;
- повреждение вредителями и болезнями;
- случайные факторы (вандализм, механические повреждения).

Ослабленные городские растения сильно отличаются от лесных по своему физиологическому состоянию и морфологии: по характеру кроны, строению корневой системы, листьев и даже по морфологии клеток и пластидного аппарата. У городских деревьев снижена фотосинтетическая активность (примерно в 2 раза), поэтому они имеют более редкую крону, мелкие листья, короче побеги, наблюдается изменение цвета ткани растения на желтый, охристый, растение поражает хлороз, некроз.

Газообмен у городских растений имеет повышенную интенсивность, особенно ночное дыхание у деревьев вблизи каменных стен, нагретых за день. Энергетическая эффективность такого дыхания не велика, однако при этом идет расход веществ на дыхание.

Растения города обитают в условиях недостатка почвенной влаги, повышенной сухости воздуха, нагревание запыленных листьев, все это нарушает водный режим. Наблюдается значительное падение влаги в тканях листьев: у липы в лесу листья содержат 70-80% воды, на улицах города в жаркое время 50-52%. Нарушение водного режима обусловлено и тем, что из-за сильного загрязнения воздуха нарушается целостность устьичных клеток: устьица постоянно широко открыты, что увеличивает расход воды на транспирацию.

Минеральное питание растений в городе затруднено тем, что в почвах городов ощущается недостаток фосфора, калия, кальция, микроэлементов. Токсические вещества, поступающие в растения, снижают содержание нуклеиновых кислот, белков, клетчатки, слабеет способность к образованию фитонцидов.

Общая продолжительность жизни городских растений существенно меньше, чем естественных. Городские деревья значительно ослаблены, поэтому они представляют собой места для развития вредителей и болезней.

Архитектурно-художественный облик города, как и качество его среды, во многом зависят от площади озеленения территорий, находящихся в его пределах.

Большое значение имеет рациональный характер использования природных компонентов, правильное распределение посетителей и зонирование, мастерство в формировании пейзажей и отдельных сооружений. Велика ценность естественного природного ландшафта: эта среда считается идеальной для полного восстановления физических и нравственных сил. Поэтому уже многие десятилетия существует стремление сохранить естественные лесные массивы, включая их в городские границы при развитии города и использовать в дальнейшем в качестве парков.

Формирование «зеленой территории» в центре города - это средство создания архитектурного пространства, продолжающего и развивающего ансамбль города. В этом случае природные элементы: рельеф, вода, насаждения - дополнение к открытой архитектурной композиции.

Озеленение при многоэтажной застройке, долгое время осуществлялось путем создания своеобразных садов и скверов парадной планировки, с подпорными стенками, лестницами, беседками, которые копировались с парковых, как и приемы посадок деревьев и кустарников - преобладали рядовые посадки и стриженные зеленые «стенки». Такие сады оказывались не всегда функционально полноценными; затенение от многоэтажных домов угнетало растительность, а «двойное» затенение от домов и деревьев создавало в ряде случаев неблагоприятный микроклимат в самом саду.

В целом в формировании ландшафта современных жилых районов еще не выработались приемы, в полной мере соответствующие функциональным, экологическим и эстетическим задачам создания полноценной внешней жилой среды. Удачные решения могут быть получены путем более полного учета природно-климатического комплекса в его микроклиматических характеристиках.

Помимо традиционных функций, выполняемых растениями в любой экосистеме, в городской среде существенное значение приобретают такие функции, как:

- рекреационная;
- структурно-планировочная;
- декоративно-художественная;
- санитарно-гигиеническая: очищение городского воздуха от пыли и газа, ветрозащитная роль, фитонцидное действие, теплорегулирующий фактор, влияние на влажность воздуха, шумозащитная роль.

Понятие «комфортная среда» для городского населения напрямую связано с состоянием растительности.

*Зеленые насаждения в городе улучшают микроклимат городской территории:* охлаждение городского «острова тепла» за счет увеличения альbedo поверхности и транспирации; стабилизация ветрового режима, увеличение относительной влажности воздуха и «сглаживание» ее суточных и сезонных колебаний; задержание части осадков и уменьшение поверхностного стока; задержание снегового потока и талых вод. С 1м<sup>2</sup> газона испаряется до 200 г/ч воды, что значительно увлажняет воздух. В жаркие летние дни на дорожке у газона температура воздуха на высоте роста человека почти на 2,5 градусов Цельсия ниже, чем на асфальтированной мостовой.

*Велика роль зеленых насаждений в очистке воздуха городов, поглощении пыли и токсических веществ.* Дерево средней величины за 24 часа восстанавливает столько кислорода, сколько необходимо для дыхания троих человек. Газон задерживает заносимую ветром пыль и обладает фитонцидным действием. В жаркий летний день над нагретым асфальтом и раскаленными железными крышами домов образуются восходящие потоки теплого воздуха,

поднимающие мельчайшие частицы пыли, которые долго держатся в воздухе. А над старым парком, разбитым в центре города, возникают нисходящие потоки воздуха, потому что поверхность листьев значительно прохладнее асфальта и железа. Пыль, увлекаемая нисходящими потоками воздуха, оседает на листьях. Крупные лесопарковые клинья могут быть активными проводниками чистого воздуха в центральные районы города. Качество воздушных масс значительно улучшается, если они проходят над лесопарками и парками. При этом количество взвешенных примесей снижается на 10 - 40%, что приводит к повышению интенсивности ультрафиолетовой радиации на 15 - 25 %. В зависимости от величины города, его народнохозяйственного профиля, плотности застройки, природно-климатических особенностей, породный состав насаждений будет различным.

*Ионизация воздуха.* Существенной качественной особенностью кислорода, вырабатываемого зелеными насаждениями, является насыщенность его отрицательно заряженными ионами (благоприятно влияющими на здоровье человека). Число легких ионов в 1 см<sup>3</sup> воздуха над лесами составляет 2000-3000, в городском парке - 800, в промышленном районе - 200-400 в закрытом многолюдном помещении - 25-100.

На ионизацию воздуха влияет как степень озеленения, так и природный состав растений. Лучшими ионизаторами воздуха являются смешанные хвойно-лиственные насаждения. Сосновые насаждения только в зрелом возрасте оказывают благоприятное воздействие на его ионизацию, так как вследствие выделяемых молодняком паров скипидара концентрация легких ионов в атмосфере снижается.

*Фитонцидные свойства.* К санитарно-гигиеническим свойствам растений относится их способность выделять особые летучие органические соединения, называемые фитонцидами, которые убивают болезнетворные бактерии или задерживают их развитие. Эти свойства приобретают особую ценность в условиях города, где воздух содержит в 10 раз больше болезнетворных бактерий, чем воздух полей и лесов.

В чистых сосновых лесах и лесах с преобладанием сосны (до 60%) бактериальная загрязненность воздуха в 2 раза меньше, чем в березовых. Из древесно-кустарниковых пород, обладающих антибактериальными свойствами, можно отметить, акацию белую, барбарис, березу бородавчатую, граб, дуб, ель, жасмин, жимолость, иву, калину, каштан, клен, лиственницу, липу, можжевельник, пихту, платан, сирень, сосну, тополь, черемуху, яблоню. Фитонцидной активностью обладают и травянистые растения - газонные травы, цветы и лианы.

*Защита от шума.* Недостаточное озеленение городских микрорайонов и кварталов, нерациональная застройка, интенсивное развитие автотранспорта и другие факторы создают повышенный шумовой фон города. Борьба с шумом в городах - острая гигиеническая проблема, обусловленная усиливающимися темпами урбанизации. Различные породы растений характеризуется разной способностью защиты от шума: хвойные породы (ель и сосна) по сравнению с

лиственными (древесные и кустарниковые) лучше регулируют шумовой режим. По мере удаления от магистрали на 50 метров лиственные древесные насаждения (акация, тополь, дуб) снижают уровень звука на 4,2 дБА, лиственные кустарниковые – на 6 дБ, ель – на 7 дБА, сосна – на 9 дБА; при удалении от магистрали на 250 метров – соответственно: 10; 14; 15,5 и 17,5 дБА. Лиственные породы способны поглощать до 25 % звуковой энергии, а 74 % её отражать и рассеивать. Наилучшими в этом отношении являются: ель, пихта, туя, липа, граб и другие.

Среди различных свойств видов растений, используемых в составе городских и пригородных насаждений, выделяют следующие характеристики, которые имеют наибольшее значение для достижения высокой эффективности фитомелиоративных мероприятий:

- способность произрастать в широком диапазоне условий почвенного богатства, и широкий диапазон толерантности к условиям почвенного увлажнения;
- необходимо использовать растения, специализированные в произрастании на очень богатых или, наоборот, очень бедных местообитаниях, или в условиях одновременного затопления и засоления; растения засоленных местообитаний проявляют и свойства высокой устойчивости к газо-аэрозольным выбросам;
- высокая устойчивость к промышленным газо-аэрозольным загрязнениям; как правило, листопадные деревья умеренных широт и травянистые растения засушливых местообитаний демонстрируют более высокую устойчивость к этому фактору, чем, соответственно, хвойные растения и растения более влажных местообитаний;
- способность поглощать загрязняющие вещества из атмосферы или водной среды;
- хорошо выраженные фитонцидные свойства; способность к ионизации атмосферного воздуха;
- ветвистые кроны с густой листвой или плотной хвоей, что является необходимым условием для использования растений в целях шумопоглощения;
- высокие эстетические качества: растения с красивыми, декоративными кронами, побегами, цветками, плодами используются в архитектурно-планировочной фитомелиорации.

В различных функциональных зонах города существуют определенные принципы создания насаждений.

*Принцип комплексности:* растительные системы проектируются, создаются и используются для достижения не одной, а комплекса фитомелиоративных целей.

*Принцип соответствия* насаждения типу местообитания, который предполагает в свою очередь использование следующего комплекса принципов: экологические и лесотипологические. Подбирается ассортимент видов, способных произрастать в условиях данного лесохозяйственного района

и данного местообитания. Интродуцированным видам отдается предпочтение в случае, если их устойчивость к промышленному загрязнению значительно выше.

*Филогенетические и биосистематические.* В основе использования этих принципов лежат представления о соответствии географических ареалов видов растений их экологическим и филогенетическим особенностям. На основе данного принципа создаются так называемые монокультурные парки и сады из деревьев разных видов одного рода, обладающие высокими санитарно-защитными, рекреационными и эстетическими свойствами. Эти же принципы положены в основу селекционной работы по выведению новых форм, обладающих такими свойствами, которые делают их пригодными для культивирования в специфических условиях города.

*Эстетические принципы.* Используются преимущественно в архитектурно-планировочной, эстетической и рекреационной фитомелиорации при создании пейзажных элементов насаждений.

Лишь на основе комплексного применения методических принципов и подходов лесоведения, биогеоценологии, физиологии, генетики и селекции растений, ландшафтной архитектуры возможно решение задач экологической оптимизации современного урбанизированного ландшафта.

## **7 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ**

Под экологической безопасностью строительных материалов, изделий и конструкций понимают их способность обеспечивать при нормируемых условиях эксплуатации комфортность проживания человека и не оказывать на его здоровье и состояние экосистем негативного воздействия.

При оценке экологической безопасности строительных материалов учитывается их токсичность, радиоактивность, способность противостоять биологическим повреждениям.

*Токсичность* – ядовитость (от греч. *toxicon* – яд), т.е. способность оказывать вредное воздействие на живой организм. Присутствие токсикантов, т.е. химических веществ, обладающих свойствами токсичности, приводит к дестабилизации экосистем и к возможной гибели всего живого.

Из числа строительных материалов к основным источникам поступления токсических веществ в жилые помещения относятся полимерные материалы.

*Полимеры* – высокомолекулярные соединения, которые состоят в основном из трех групп химических соединений: основного (или связующего) (различные смолы, полистирол, фенолформальдегидные соединения и др.); пластификатора; наполнителя. В качестве вспомогательных веществ в их состав входят также пигменты (красители), стабилизаторы и др.

Впервые промышленное производство полимеров началось в 20-30-е гг. XX в., когда в массовом порядке стали производить мочевиноформальдегидные и некоторые другие виды полимеров. Развитие в 30-е годы методов полимеризации позволило получить поливинилхлорид, полистирол, поливинилацетат. Несколько позднее появились поликонденсационные пластики, например, полиуретановые, полиамидные. К 60-м гг. полимерные материалы стали широко использоваться в промышленности. При этом постоянно совершенствовались свойства и расширялся их спектр. В последнее 10-12 лет резко возрос выпуск таких полимеров, как полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полистирол. Полимеры все чаще используются как составная часть композиционных материалов, например, полимербетонов, полимерцементных бетонов.

В строительстве полимеры используются для покрытия полов (линолеум, релин, поливинилхлоридные и плитки), внутренней отделки стен и потолков, гидроизоляции и герметизации зданий, изготовления тепло- и звукоизоляционных материалов (поропласты, пенопласты, сотопласты), кровельных и антикоррозионных материалов и покрытий, оконных блоков и дверей, конструктивно-отделочных и ограждающих элементов зданий, лаков, красок, эмалей, клеев, мастик (на полимерном связующем) и для других целей. Широкое применение полимеров в строительстве обусловлено такими их свойствами, как антикоррозийность, эластичность, гибкость, возможность создавать на их основе материалы с заданными разработчиком свойствами.

При экологической оценке полимерных материалов учитываются следующие предъявляемые к ним требования:

- полимерные материалы не должны создавать в помещении стойкого специфического запаха;
- выделять в воздух токсичные вещества в опасных концентрациях;
- стимулировать развитие патогенной микрофлоры на своей поверхности;
- ухудшать микроклимат помещений;
- должны быть доступны влажной дезинфекции;
- напряженность поля статического электричества на поверхности полимерных материалов не должна быть более 150 В/см (при относительной влажности воздуха в помещении 60-70 %).

Практически все полимерные строительные материалы в процессе использования могут выделять в воздух помещений токсичные компоненты, которые при длительном воздействии могут неблагоприятно влиять на живые организмы, в том числе и на человека.

Ниже приводится краткая характеристика некоторых полимерных и строительных материалов, способных выделять токсичные соединения.

*Материалы на основе карбамидных смол* – древесностружечные плиты (ДСП) выделяют формальдегид, концентрации которого в помещениях могут превышать ПДК в 2,5-3 раза.

*Материалы на основе фенолформальдегидных смол (ФФС)* – древесноволокнистые (ДВП), древесностружечные (ДСП), древесностлоистые



(ДСП), выделяют в воздушную среду помещений фенол и формальдегид. Концентрации формальдегида в помещениях, оборудованных мебелью и строительными конструкциями, изготовленными из материалов на основе ФФС, могут превышать ПДК в 5-10 раз.

*Материалы на основе эпоксидных смол* содержат в своем составе такие летучие токсичные вещества, как формальдегид, дибутилфталат, эпихлоргидрин. Введение в полимерные композиции пластификаторов снижает выделение этих веществ в воздух, тем не менее, материалы на основе эпоксидных смол рекомендуются к использованию только в промышленных и общественных зданиях.

*Поливинилхлоридные материалы (ПВХ)* способны выделять поливинилхлорид, обладающий токсическими свойствами и являющийся предшественником диоксинов. Кроме поливинилхлорида, в воздух могут поступать фталаты. Линолеум на основе ПВХ и поливинилхлоридные плитки в процессе эксплуатации могут создавать на своей поверхности статическое электрическое поле напряженностью до 2000-3000 В/см.

*Резиновый линолеум (релин)* служит источником стойкого неприятного специфического запаха. Стиролсодержащие резиновые линолеумы выделяют стирол. На своей поверхности релин накапливает значительные заряды статического электричества. С учетом перечисленных неблагоприятных свойств использование релина в жилых помещениях не рекомендуется.

*Нитролинолеум* выделяет дибутилфталат и фенол, концентрации которых в помещении могут превышать ПДК.

*Поливинилацетатные покрытия (ПВА)* выделяют в воздушную среду формальдегид и метанол. При недостаточном проветривании концентрации их в помещении могут превышать ПДК в 2 раза.

*Лакокрасочные материалы* могут служить источником поступления в воздушную среду помещения толуола, ксилола, метилметакрилата, свинца, меди.

*Полиуретановые материалы*, в частности, полиуретановая пена служат источником изоцианатов, обладающих аллергенным действием.

Интенсивность миграции токсичных компонентов полимеров в воздушную среду помещений возрастает в процессе старения полимерных материалов, сопровождающемся их деструкцией. Процессу старения полимерных материалов, а следовательно, и увеличению концентрации их компонентов в воздушной среде помещений способствуют такие факторы, как повышенная температура воздуха и поверхности полимерных материалов, перепады температуры, воздействие солнечных лучей, высокая влажность воздуха, наличие в воздухе окисляющих агентов, поражение микроорганизмами (бактериями, микроскопическими грибами).

*Радиоактивность* строительных материалов может быть обусловлена присутствием в них таких радионуклидов, как U (уран-238), Th (торий-232) и K (калий-40). Уран-238 по геохимическим свойствам и периоду полураспада подразделяется на две группы: урановую и радиевую (от радия-226 до свинца-

206). В свою очередь продуктом распада радия-226 является уже упоминавшийся радон-222.

О степени опасности отдельных строительных материалов по радиоактивности в сравнительном плане можно судить по приведенным в табл. 2 значениям удельной эффективной активности содержащегося в них радия-226.

Суммарная удельная эффективная активность строительных материалов, обусловленная радиоактивностью радия-226, тория-232 и калия-40, не должна превышать 370 Бк/кг. Контроль за соблюдением данного норматива для строительных материалов, используемых в жилых и общественных зданиях, осуществляется Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых.

При приемке жилых и общественных зданий в эксплуатацию учитывается мощность эквивалентной дозы внешнего облучения, создаваемого главным образом за счет радионуклидов строительных материалов и залегающих под зданием горных пород. В случае превышения мощности эквивалентной дозы внешнего облучения (за счет гамма-излучения) над гамма-фоном открытой местности на 0,6 мкР в/ч жилые здания необходимо перепрофилировать.

*Биоповреждения* строительных материалов – это повреждения, вызываемые живыми организмами: бактериями, микроскопическими грибами, водорослями, насекомыми, грызунами. Например, активно разрушают древесину, некоторые полимерные и другие материалы термиты. Коррозию строительных материалов могут вызывать микроскопические водоросли, лишайники. Однако наибольший объем биоповреждений строительных материалов связан с деятельностью микроорганизмов (бактерий и микроскопических грибов).

Как правило, первоначально поверхность строительного материала заселяют микроскопические плесневые грибы, постепенно в процессе своей жизнедеятельности нарушающие их структуру с поверхности. На разрушенной плесневыми грибами поверхности строительных материалов поселяются бактерии, ускоряющие и углубляющие процесс разрушения силикатных минералов, входящих в состав бетона, цементного камня и других материалов. Органические вещества, образующиеся при этом, становятся пищей для других бактерий, число которых резко увеличивается.

Микрофлора расселяется практически на всех строительных материалах за исключением свежего цементного камня, который обладает бактерицидной активностью благодаря щелочной реакции поровой жидкости. Кислотные загрязнения, находящиеся в экологически загрязненной внутренней среде жилища, могут постепенно нейтрализовать щелочность камня, и тогда на его поверхности через несколько лет разрастаются колонии микроорганизмов.

Биоповреждения строительных материалов, вызываемые микроорганизмами, ухудшают не только товарный вид, но и физико-механические свойства материалов, а также негативно влияют на химический состав воздуха помещений за счет миграции в него компонентов разрушающихся материалов и продуктов жизнедеятельности микроорганизмов.

Повышение сопротивляемости строительных материалов биологическим воздействиям в настоящее время достигается главным образом за счет использования химических средств защиты, которые называют биоцидами. Из числа биоцидов в качестве средств профилактики деструкции строительных материалов могут применяться:

- фунгициды – для защиты от микроскопических грибов;
- бактерициды – для защиты от бактерий;
- альгициды и моллюскоциды – для защиты от обрастания в водной среде водорослями и моллюсками трубопроводов, гидротехнических сооружений, систем водоснабжения и т.д.;
- инсектициды – для защиты древесины, полимерных и других материалов от древоточцев, термитов и других насекомых.

## **8 ВИДЕОЭКОЛОГИЯ КАК ОСНОВА КОМФОРТНОЙ СРЕДЫ ГОРОДА**

Видеоэкология – область знания о взаимодействии человека с окружающей видимой средой.

Термин "видеоэкология" введен В.А. Филиным в 1989 году. Он состоит из двух слов: "видео" - все то, что человек видит с помощью органа зрения и "экология" – наука о разных аспектах взаимодействия человека с окружающей средой. Теоретической основой видеоэкологии является концепция автоматии саккад. Глаз – самый активный из органов чувств; он никогда не стоит на месте, постоянно перемещаясь в двух основных плоскостях: горизонтальной и вертикальной. Данная активность достигается природой глазодвигательного аппарата, работой его нервных центров и свойствами мышц глаза.

Перемещения глаза достигаются двумя видами движений: медленными и быстрыми. Быстрые движения глаз получили название саккады от старинного французского слова, переводимого как "хлопок паруса". Саккад довольно много: две и более в секунду, глаз постоянно сканирует окружающее пространство.

Автоматия саккад – это свойство глазодвигательного аппарата совершать быстрые движения глаз произвольно в определённом ритме в бодрствующем состоянии при наличии и отсутствии зрительных объектов и во время парадоксальной стадии сна.

Визуальная среда – это все то, что окружает человека в его повседневной жизни, или все то, на что он смотрит глазами. Это природная среда и искусственная среда – производственные и жилые помещения: офисы, магазины, транспорт. За последние 50 лет произошло резкое ухудшение визуальной среды в местах обитания человека. Особенно большие изменения произошли в городах, где появилось множество гомогенных и агрессивных визуальных полей.

Гомогенные визуальные поля – это видимые поля в окружающем пространстве, на которых либо отсутствуют зрительные детали вообще, либо количество их резко снижено. В городских условиях гомогенные визуальные поля образуются торцами зданий, заборами, крышами, асфальтовыми дорогами. Гомогенизация городской среды связана с применением панелей и стекла большого размера, ДСП, пленок, линолеума, фанеры, пластика.

В окружении гомогенных полей глаз не может полноценно работать, так как в такой среде глазу не за что «зацепиться» после очередной саккады. В этом случае они резко увеличиваются по амплитуде, что неизбежно ведет к ощущению дискомфорта.

Агрессивные визуальные поля – это поля, состоящие из множества одинаковых элементов, равномерно рассредоточенных на некоей поверхности. Многоэтажный жилой дом с большим количеством окон как раз и образует агрессивное визуальное поле, на котором глазу трудно определить, на какое окно он смотрит, так как все окна совершенно одинаковые.

При противоестественной визуальной среде города могут возникать различные социальные последствия.

- Близорукость является самым распространенным дефектом зрения. Для многих стран она стала настоящим социальным бедствием. В городских условиях близорукость встречается в 1,5-2 раза чаще, чем в сельской местности. У сельских школьников визуальная среда в суммарном её выражении ближе к естественной, чего нельзя сказать об урбанизированной визуальной среде, которая не только отличается от природной, но в большинстве случаев является противоестественной.
- Психические заболевания. По данным Всемирной организации здравоохранения процессы урбанизации ведут к неуклонному росту числа психических заболеваний. Главная причина – избытие гомогенных и агрессивных полей. Например, «синдром большого города», основными признаками являются подавленное состояние, агрессивность и психическая неуравновешенность.

#### Рекомендации по созданию комфортной визуальной среды

- Не допускать появления агрессивных визуальных полей в городской среде. Относиться к таким полям как к серьезному экологическому фактору.
- Не допускать появления гомогенных визуальных полей в городской среде. Жидкому бетону можно придать любую форму, не обязательно плоскую. Там, где уже есть гомогенная среда необходимо постараться от нее избавиться путем озеленения, колористики, граффити.
- Не допускать появления больших плоскостей в архитектуре. Естественная природа состоит из разноудаленных предметов, будь то лес или горы. В старинной архитектуре такие элементы как портик, колонны, эркер, декор исключали появление большой плоскости.

- Следует постоянно помнить о том, что "глаз не любит" прямые линии и прямые углы. Чем больше в окружающем пространстве кривых линий, тем ближе оно к естественной среде и, следовательно, тем лучше визуальная среда.
- Силуэт здания является одним из важных компонентов формирования комфортной визуальной среды. Многие старинные дома заканчивались башенками, шпилями, да еще имели разноэтажные части дома - мезонины.
- Силуэт города в целом, является таким же необходимым компонентом как силуэт отдельного здания. В старые времена, да и теперь, неповторимый силуэт города создают колокольни и башни церковных храмов, которые выступают над всей застройкой и деревьями, и которые являются своеобразными акцентами для фиксации взора.
- Коттеджное строительство, является перспективной предпосылкой для создания силуэта города.
- Создание в городах замкнутых пространств, насыщенных визуальными элементами. Всякое замкнутое пространство есть модель мира, несущая чувство безопасности. Озеленение также могло бы замкнуть пространство. При создании замкнутой среды города, перспективной является идея малой улицы второго масштабного ряда. Замкнутые пространства на таких малых улицах должны образовать замкнутые площади.
- Ограничение роста города. Большой город отторгает человека от естественной природы и порождает множество экологических проблем. Необходимо идти по пути равномерного расселения по территории, но при этом обеспечивать город всеми необходимыми средствами коммуникации – дорогами, телефоном, телефаксом и т. п. Знания в области видеоэкологии позволят сформировать такой город, который сохранил бы все свои преимущества, и в то же время, отлично сочетался со всеми красотами и радостями деревни.
- Колористика города. Цветовое насыщение городской среды является одним из необходимых условий создания комфортной визуальной среды.
- Озеленение. За счет озеленения можно многое исправить в существующей застройке города. Зелень не только приятна глазу, но и приближает урбанизированную среду к природной. Причем в городе, в особенности – детские сады, школы и интернаты, по существу должны стать мини-парками. Наряду с этим необходимо бережно хранить рекреационные зоны в городской среде.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зольник, Т.Д., Основы строительной экологии: учеб. пособие / Т.Д. Зольник, А.И. Яковлев – Рязань: Рязанский институт МГОУ, 2006. – 62 с
2. Маслов, Н.В. Архитектурная экология: учеб. пособие / Н.В. Маслов. – М.: Высшая школа, 2012. – 284 с.
3. Добровольский, Г.В. Почва, город, экология: учеб. пособие / Г.В. Добровольский. – М: Фонд «За экономическую грамотность», 2007. - 320 с.
4. Тетиор, А.Н. Архитектурная экология: учеб. пособие / А.Н. Тетиор. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 336 с.
5. Касимов, Н.С. Экогеохимия городских ландшафтов: учеб. пособие / Н.С.Касимов. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 336 с.
6. Геохимия окружающей среды: учеб. пособие / Ю.Е. Саэт [и др.]. – М.: Издательский центр «Академия», 1990. – 335 с.

Учебное издание

**Воробьева** Елена Владимировна

**Гальченко** Светлана Васильевна

## **АРХИТЕКТУРНАЯ ЭКОЛОГИЯ**

*Учебное пособие*

Подписано в печать \_\_\_\_\_. Тираж \_\_ экз.

Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета  
390000, г. Рязань, ул. Право-Лыбедская, 26/53