

УДК 728.

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ  
ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ  
(градо-экологический подход)**

**Мироненко В. П.**, доц. арх., профессор, **Яровой В. А.**, соискатель, директор АХИ  
*Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры*  
*Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

– *Аннотация. Рассмотрены проблемы формирования современных многофункциональных высотных зданий.*

**Ключевые слова:** *городская среда, высотные здания, человек.*

**Проблема исследования.** Современная архитектура городов в последние годы существенно меняется. Символом экономического развития городов становится высотное монолитное домостроение. Новые комплексы обеспечивают комфортное проживание в городской среде, а также возможность решения бытовых вопросов в расположенных в непосредственной близости общественных центрах. При строительстве таких комплексов рассматривают не только вопрос удовлетворения потребности «крыши над головой» и финансовые вложения, учитывают ряд требований к ресурсосбережению, экологии и дизайну. Экологическая безопасность высотных зданий и обслуживающих их систем климатизации в последнее время вызывает широкий интерес у специалистов. В настоящее время эта тема приобрела особую актуальность в силу объективной необходимости и реакции общественности на рост числа примеров изменения климата и окружающей среды в результате деятельности человека. Это потребовало от проектировщиков и архитекторов закладывать такие технические нормы и стандарты, технологии, которые бы обеспечивали надежную экологическую безопасность при строительстве высоток. Эти технологии уже назвали «зелеными». И они с учетом требований экологов закладываются в законодательные нормы в ряде ведущих стран Запада. Согласно принятым международным стандартам, многие разработчики проектов высотных зданий в промышленно развитых государствах мира обязаны включать природоохранные технологии в свои работы, дабы снизить негативное воздействие на окружающую среду.

**Изученность проблемы.** В настоящее время во всех крупных городах началось строительство высотных многофункциональных зданий. В Украине и др. странах СНГ отсутствует опыт строительства, строительные нормы и правила возведения высотных зданий находятся на стадии разработки, усовершенствования. Многими архитекторами ранее не исследовался весь комплекс экологических аспектов относительно высотных офисных зданий и не рассматривалась специфика жизнедеятельности в них. Историю развития небоскребов изучали Харт Ф., Хакстебл Л., Масловская О. В., Магай А. А. Экологические и энергосберегающие аспекты архитектуры и строительства обосновываются в научных работах Табунщикова Ю. А., Шилкина Н. В., Бродача М. М. Дениэлса К., Шило, Н. М. Архитекторы Ле Корбюзье, Ф. Л. Райт неоднократно затрагивали проблематику городской среды и сооружений с точки зрения экологии, психологии восприятия человеком высоты, его поведения, осуществления процессов жизнедеятельности. Действующие архитекторы Норманн Фостер, Ренцо Пиано, Дэвид Фишер создают проекты экологически безопасных зданий.

**Цель работы:** проанализировать особенности проектирования высотных многофункциональных зданий в современных условиях крупнейших городов.

**Результаты работы.** Качество окружающей человека среды оказывает влияние на качество его жизни – основная идея при проектировании современных зданий. Архитектор сэра Норманн Фостер выразил понимание гармонии окружающей среды и архитектуры: «Проблемы окружающей среды воздействуют на архитектуру на каждом ее уровне... Архитекторы не могут решить все мировые экологические проблемы, но могут проектировать здания, требующие только часть потребляемой энергии... Расположение и функциональное назначение сооружения, его конструктивная гибкость и технологический ресурс, ориентация, форма и конструкция, его системы обогрева и вентиляции, характеристики используемых при строительстве материалов – все эти параметры влияют на количество энергии, требующейся для возведения, эксплуатации и технического обслуживания здания...» [1, с.10].

Начиная с середины XX века, архитекторы и инженеры разрабатывают научные и методологические основы проектирования и строительства зданий, улучшающих среду обитания человека. Энергопотребление зданий выделено основным критерием оценки качества проекта, учитывая, что «традиционные» здания обладают большими резервами повышения тепловой эффективности. На первом этапе основное внимание было обращено на мероприятия по экономии энергии. Здания получили название «энергоэффективные». Под энергетической эффективностью понимают свойство здания и его инженерных систем обеспечивать заданный уровень расхода тепловой энергии для поддержания оптимальных параметров микроклимата в помещениях. При этом оптимальные параметры внутреннего микроклимата представляют собой сочетание показателей, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают нормально тепловое состояние организма при минимальном напряжении терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80 % людей, находящихся в помещении. Проектирование энергоэффективного здания заключается в оптимизации основных энергетически взаимосвязанных подсистем:

- энергетического воздействия климата на наружные ограждающие конструкции здания;
- энергии, накопленной в наружных ограждающих конструкциях здания;
- энергии, поступающей от систем климатизации здания и внутренних технологических источников.

Рекомендации по выбору энергосберегающих мероприятий относятся к выбору формы и ориентации здания, оптимизации воздействия солнечной радиации и ветрового воздействия на здание, повышению теплозащиты и теплоаккумулирующей способности ограждающих конструкций за счет размещения в них теплоизоляционного слоя, использования современных оконных систем и использования солнцезащиты, а также использования тепла солнечной радиации в системе теплоснабжения. Авторы первого демонстрационного энергоэффективного здания (Манчестер, Нью-Хэмпшир, США) дали следующие рекомендации: «Необходимо, чтобы учет энергопотребления инженерными системами здания велся по всем аспектам здания... Времена, когда инженеры встраивали свои системы в конструкции, созданные архитекторами, ушли в прошлое. Сейчас необходимо... изучение здания как системы в целом методами математического и физического моделирования». На следующем этапе появился термин «интеллектуальное здание», который следует понимать, как умение распознавать определенные ситуации и каким-либо образом на них реагировать. В интеллектуальном здании система управления самостоятельно контролирует множество параметров, принимая соответствующие решения. На современном этапе существует понятие «здания высоких технологий». Установлены отличительные признаки зданий высоких технологий:

1. Архитектура здания, его форма позволяют использовать положительное и нейтрализовать отрицательное воздействие наружного климата на здание.

2. Для теплоэнергоснабжения здания используют энергию окружающей среды, в том числе теплонасосные системы использования низкопотенциального тепла земли, солнечные коллекторы, топливные элементы, фотоэлектрические панели (солнечные батареи).

3. В здании применяют комбинированную систему климатизации, которая позволяет минимизировать или отказаться от системы кондиционирования воздуха.

4. Здание оборудуют механической вентиляцией, обеспечивающей качество внутреннего микроклимата.

5. Здание оборудуют системой компьютерного управления инженерным оборудованием для повышения комфортности и защиты здания, включая безопасность, противопожарную защиту и оптимизацию технологических процессов.

Концепция создания современных зданий высоких технологий предусматривает гармонию энергоэффективных зданий, интеллектуальных зданий, зданий биоархитектуры и стремится к достижению уровня – «жизнесохраняющее здание», то есть здание, которое находится в равновесии с природой и человеком. В мире к настоящему времени построено значительное количество зданий энергоэффективных. В Украине также есть опыт проектирования и строительства подобных зданий. Однако здания высоких технологий требуют больших инвестиций на начальном этапе проектирования и строительства.

На сегодняшний день при проектировании зданий учитывают необходимость строительства привлекательных с точки зрения покупателей зданий, которые комфортны для проживания, обладают повышенными показателями безопасности, экономичны в эксплуатации. При этом в одном здании достаточно часто используют несколько независимых инновационных энергосберегающих решений. Эти независимые решения могут взаимно снижать их первоначальную эффективность, а иногда и приводить к отрицательному эффекту.

**Конструктивно-технологические особенности.** Специфика расположения верхних этажей высотных жилых зданий требует особого рассмотрения планировочного и конструктивного аспекта. Планировочный аспект и композиция расположения верхних этажей вытекает из архитектуры здания, размещения лифтов, конструктивного узла жёсткости и расположения постройки в ткани города. По архитектуре завершения здания могут быть просто плоскими, вытекающими из формы прямоугольника, конусными, террасно-каскадными, круглыми и цилиндрическими, убывающими или возрастающими по высоте. Наиболее традиционны убывающие по высоте вышки с изменяющейся (сокращающейся) площадью этажа. Это изменение форм плана этажа по высоте от квадрата через крест, круг и диагональный квадрат можно наблюдать на примерах зданий общественного назначения. Таким прототипом является «Мессертюрм» (Башня-нож), построенный во Франкфурте (Германия). Изменяется и здание «53 дорога ЭТ СЕД» (Нью-Йорк), планы этажей которого спроектированы в виде эллипсов, сокращающихся по высоте. Как и в малоэтажном фахверковом строительстве, верхние этажи иногда просто нависают над нижними, как в башне Веласка в Милане (Италия) или в Тумана Билдинг, или используют длинные на всю высоту стеклянные эркеры, как в небоскребе «Центр».

По конструктивному решению здания делятся на каркасные и рамно-каркасные (применяются до 150 этажей), ствольные и каркасно-ствольные системы (с навесными стенами), коробчатые или оболочковые системы с несущими стенами. На крышах зданий должно быть специальное оборудование. Должны быть безопасно и оптимально размещены антенны, молниеотводы, сигнальные огни, ночная подсветка, резервуары с водой, которые можно архитектурно обыграть. Наверху также размещаются посадочные площадки для вертолёта в случае пожаротушения. Для этого также нужны соответствующие конструктивные решения. Для расположенных на верхних этажах высотного здания пентхаузов могут быть спроектированы с помощью архитектурных средств оптимальные ветро- и солнцезащита, а крыши с помощью соответствующего покрытия можно озеленить.

Применение несущих кирпичных стен при строительстве многоэтажных зданий показало недостатки этого материала: с повышением высоты здания увеличивается толщина стен, а следовательно, и вес здания. Ограниченность применения этой схемы стала очевидной при строительстве в 1891 г. 16-этажного здания «Монаднок» в Чикаго, нижние

стены которого были толщиной 1,8 м. Такая толщина стен затрудняла освещенность помещений; помимо этого перекрестно-стенная система, состоящая из часто устанавливаемых стен, не позволяла организовывать большие открытые пространства, необходимые для торговых предприятий, как правило, располагавшихся на первых этажах высотных зданий.

Большим достижением в строительстве высотных зданий стало использование каркасных конструкций. Одним из первых высотных зданий с применением каркаса стало 10-этажное здание Хоум Иншуренс билдинг в Чикаго (1885 г.), спроектированное архитектором Уильямом Ле Барон Дженни. Однако это прогрессивное конструктивное решение не отразилось на архитектуре здания. В объемно-пространственном решении высотных зданий того времени повторялись приемы и средства каменных строений — массивные нижние этажи, тяжелые горизонтальные поэтажные пояса и арочные окончания окон верхнего этажа, а фасады были оформлены в духе дворцов эпохи Возрождения. Вместе с тем с применением каркаса высотные здания могли расти вверх без увеличения толщины стен и за счет этого обретать легкость и стройность.

В 1895 г. было построено 14-этажное здание Релайнс Билдинг. Возведенное в духе чикагской школы, характерными особенностями которой были: стальной каркас так называемой чикагской структуры, большие площади окон, широкие горизонтальные эркерные окна, горизонтальные пояски, подчеркивающие легкость здания. Большие эркерные окна, не открывающиеся в центральной части, выступали вперед и обеспечивали большой световой фронт для освещения помещений. Для проветривания служили расположенные по разным сторонам эркера узкие окна. Само здание было разделено на два функциональных объема: первые 2 этажа с большими окнами-витринами универмага облицованы темным камнем, практически без украшений, а фасад верхних 12 этажей офисов был разработан в необычной для того времени открытой и прозрачной манере. Терракотовые панели светлого тона, украшенные в неоготическом стиле, размещены впереди несущих элементов стального каркаса. В углах колонны каркаса закрыты угловыми элементами. Невысокий чердачный этаж здания с очень маленькими квадратными окошками завершает объемно-пространственную композицию.

Это здание стало предшественником небоскребов из стекла и стали, пропагандируемых в 20-е 40-е годы XX столетия всемирно известным архитектором Мисс ван дер Роэ, здания которого стали эталоном административных зданий во всем мире. Возведение высотных зданий с применением металлического каркаса поставило перед архитекторами новые тектонические задачи, которые заключались в отказе от облицовки каркаса массивными каменными стенами, выявлении его на фасаде и заполнении пространств между каркасом крупными остекленными поверхностями. Постепенное совершенствование методов расчета стальных каркасов позволило постоянно увеличивать высоту зданий. Так, в 1905 г. было построено 50-этажное здание Метрополитэн Тауэр Билдинг в Нью-Йорке. Вскоре высотные здания той эпохи, такие как Вулворт Билдинг (241,4 м), построенный в 1913 г., превратились в символы коммерции.

В 40-е годы XX столетия знаменитый архитектор Людвиг Мис ван дер Роэ стал инициатором строительства нового поколения высотных зданий. Он сумел объединить единую архитектурную и конструктивную форму, максимально упрощая структуру функционального пространства. Характерным примером такого принципа могут служить высотные 82-метровые жилые дома «Лэйк Шор Драйв», построенные в 1951 г. Однако прототипом очень многих современных офисных зданий стало 38-этажное здание «Сиграм Билдинг» (1958 г.), спроектированное Мисс ван дер Роэ совместно с Филиппом Джонсоном. С 1948 по 1969 г. Мисс ван дер Роэ спроектировал 14 высотных зданий в Чикаго, что дало ему возможность развить и усовершенствовать данный прототип. Его высотки очень похожи одна на другую — в основе зданий лежала простая кубическая форма. Таким же решением — выноса несущих конструкций на фасад здания —

характеризуется и «Шанхайско-китайский банк». Несущие конструкции банка не только выполняют свои прямые функции, но и выражают тектонику здания в стиле «хай-тек».

Одним из значительных явлений в архитектуре высотных зданий стало строительство в 1974 г. 443-метрового здания «Сире тауэр», одного из самых высоких небоскребов мира. Благодаря ступенчатой структуре здания в нем эффективно использован металлический каркас, создающий интересное объемно-пространственное решение. Необычная объемно-пространственная структура была принята архитектором Б. Гольдбергом при проектировании многофункционального жилого комплекса «Марине сити» в Чикаго. Принятая за основу круглая форма плана позволила максимально использовать статические характеристики железобетона, организовать на нижних 19 этажах гаражи с круговым спиралевидным пандусом и широко раскрыть световой фронт для освещения жилых помещений, расположенных на остальных 44 этажах. Другим известным высотным зданием, где основу объемно-пространственного решения представляет цилиндрическая форма, является здание фирмы БМВ.

При проектировании высотных зданий учитываются различные на него воздействия, поэтому их объемно-пространственные решения принимают разнообразные формы. Трансамерика-Пирамида, построенная в 1972 г. в Сан-Франциско, имеет форму 260-метровой пирамиды. Принятие такой формы за основу архитектор У. Перейра обосновывал необходимостью обеспечить как можно большую высоту здания при максимальной освещенности улиц и близстоящих зданий.

Такую же пирамидоидальную форму имеет здание Центра Аль-Файзалия высотой 267 м, возведенное в 2000 г. в Эр-Рияде (Саудовская Аравия). Архитектор Н. Фостер создал оригинальный объект, отличный от всех окружающих зданий. Башня имеет форму четырехгранной пирамиды, скрепленной угловыми ребрами, объединенными в самом верху, и заканчивается шпилем. Оригинальность и легкость зданию придают тонкие ребра, легкие алюминиевые фасадные элементы, промежуточные междуэтажные пространства и ажурное завершение. В золотистом трехэтажном шаре расположен ресторан, откуда открывается вид на город.

Необычную объемно-пространственную форму в виде паруса имеет единственный в мире семизвездочный отель Бурдж аль-Араб (архитектор Д. Спирз) высотой 321 м, построенный в 1999 г. в Дубае (ОАЭ). Вынесенное от берега на 280 м здание смотрится как огромный парусник, пристающий к берегу. Здание имеет массу оригинальных и своеобразных решений — внутри здания находится самый высокий в мире (180 м) атриум, это самое высокое здание с мембранной конструкцией.

Футуристическую архитектурную форму имеет банк Китая в Гонконге, построенный по проекту И. Пея в 1990 г. Полигональная объемно-пространственная структура здания высотой 367 м напоминает по форме небоскреб Первого Интерстейт-Банка. Однако, в отличие от последнего, в здании банка Китая видны черты национальной китайской архитектуры — уменьшающийся уступами вверх объем по форме напоминает стебель бамбука, а своеобразные диагональные конструкции, выставленные наружу, подчеркивают изящность и элегантность всего объема. Нельзя не отметить оригинальность высочайшей башни Петронас в Куала Лумпуре (Малайзия), состоящей из двух равнозначных объемов, объединенных панорамным мостом на уровне 41-го этажа. Возведенное в 1998 г. по проекту ассоциации Ц. Пелли здание впитало в себя национальные архитектурные черты традиционных зданий Юго-Восточной Азии — минаретов и пагод. Высота башен составляет 452 м (с антеннами). Железобетонная конструкция здания позволила сделать здание пластичным, многогранным, в духе постмодернизма. Современные тенденции выбора конструкций для высотного строительства складываются в пользу железобетона. Все большее количество зданий в последнее время проектируется и строится на основе железобетона или смешанных конструкций: Томорроу-Сквер (Шанхай, Китай), Королевский центр (Эр-Рияд, Саудовская Аравия), Эмиратские близнецы (Дубай, ОАЭ), Конде-Наст билдинг (Нью-Йорк, США) и др. Это объясняется, в первую очередь,

ужесточившимися требованиями безопасности и огнестойкости конструкций, применяемых в высотном строительстве.

**Градо-экологическая проблематика.** Много веков человечество преобразовывало природное окружение и создавало собственную среду обитания – города, населённые пункты, используя природные и искусственные ресурсы. В последнее время особо актуальными стали экологические проблемы в условиях города. Город непрерывно растет вверх – увеличивается численность населения, возрастает количество высотных зданий. Всё более возрастает беспокойство населения по поводу возможного вредного воздействия небоскребов на экологию городской среды. Под экологической безопасностью подразумевается такая взаимосвязь здания и инженерных систем, которая обеспечивает эффективную эксплуатацию объекта при минимальных выбросах загрязняющих веществ в атмосферу, минимальных объемах потребляемой энергии из невозобновляемых источников, наилучшем качестве микроклимата в помещениях здания, оптимальном тепловлажностном режиме, высоком качестве воздуха, акустики, освещения [2]. Концепции экологических сооружений направлены, в том числе, и на всестороннюю экономию энергии – энергоэффективность здания. Энергоэффективными называются такие здания, при проектировании которых был предусмотрен комплекс архитектурных и инженерных мероприятий, обеспечивающих существенное снижение затрат энергии на теплоснабжение этих зданий по сравнению с обычными ( типовыми) зданиями при одновременном повышении комфортности микроклимата в помещениях [3]. Природоохранные технологии можно разделить на 2 категории: технологии, которые снижают влияние высотного здания на окружающую среду, и технологии, обеспечивающие благоприятный микроклимат для человека внутри здания. Архитектор Норман Фостер пишет: «Проблемы окружающей среды воздействуют на архитектуру на каждом ее уровне. Архитекторы не могут решить все мировые экологические проблемы, но мы можем проектировать здания, требующие только часть потребляемой ныне энергии, кроме того, благодаря надлежащему градостроительному планированию мы можем влиять на транспортные потоки. Расположение и функциональное назначение сооружения, его конструктивная гибкость и технологический ресурс, ориентация, форма и конструкция, его системы обогрева и вентиляции, характеристики используемых при строительстве материалов – все эти параметры влияют на количество энергии, требующейся для возведения, эксплуатации и технического обслуживания здания, а также для транспорта, движущегося к нему и от него» [3]. Это понимание гармонии окружающей среды и архитектуры Норман Фостер выразил в проекте экологически безопасного, энергоэффективного строительства – в высотном здании «Commerzbank» во Франкфурте-на-Майне, 1998 г.

Каждое высотное здание уникально и требует тщательной проработки при проектировании. При строительстве небоскребов возникает множество специфических проблем, связанных с их влиянием на природную среду. Небоскребы более энергоёмкие, на их содержание и обслуживание требуется много электроэнергии. Архитектурное решение этой проблемы – включение в облик здания систем, использующих возобновляемые источники энергии: солнечные батареи, ветряные двигатели. Ветрогенераторами называют устройства для преобразования энергии ветра в электрическую. В настоящее время ветроэлектрические генераторы являются наиболее удобными и доступными для пользователей альтернативными источниками энергии [4]. В конце 2007 года завершено строительство Всемирного торгового центра в Бахрейне. Фирма «Atkins» заявляет, что здесь впервые в мире в здание встроены крупные ветрогенераторы. В башне (50 этажей) в форме паруса будут размещены 3 ветрогенератора диаметром 29 метров. Они и обеспечат 15 процентов энергии, потребляемой зданием. Ветровые турбины с вертикальной осью обычно имеют длинную ось, что позволяет использовать большие столбы воздуха для преобразования кинетической энергии ветра в механическую энергию. В «Башне жемчужной реки» (Pearl River Tower, г. Кванчжоу, Южная Корея, окончание строительства

2009 год) встроены ветровые турбины. Они установлены внутри здания на двух технических этажах, продуваемых насквозь. Это и определило необычный облик сооружения обтекаемой формы. Плавные закругления стен направляют воздух в узкие каналы, где даже небольшие перепады давления между двумя основными фасадами конвертируются в довольно быстрый поток, вращающий электрические «мельницы». Но эта выработка энергии будет существенной ещё и потому, что главный фасад башни ориентирован в сторону преобладающего в этом городе ветра.

В высокотехнологичных зданиях пытаются получить энергию с помощью «ветряков», но пока ни один подобный проект не достиг желаемой цели. Очень трудно вписать в проект здания ветряк существенных размеров. Любые подобные проекты должны ставить цель обеспечивать здание энергией с помощью ветра не менее чем на 20 %, иначе это можно назвать «рекламным трюком». Фотоэлектрические системы (ФЭС) преобразовывают неистощимую солнечную энергию в электрическую. ФЭС, – автономные, экологически безопасные источники энергии, которые действуют всюду, где есть солнечный свет. На здании английской страховой компании CIS в Манчестере на фасадах закреплено более 7 тыс. солнечных панелей на крыше расположены 24 мощных ветряка, они вырабатывают 10 % от всей энергии, потребляемой зданием: их мощности достаточно для того, чтобы одновременно питать 1000 компьютеров. Высотные сооружения потребляют большое количество воды. Решением проблемы может стать использование систем сбора дождевой воды, систем очистки и рециркуляции технической воды. Так, в The Hearst Tower, арх. Норманн Фостер, Нью-Йорк, 2006 г., вся дождевая вода, падающая на крышу, поступает в специальный резервуар, расположенный в фундаменте небоскреба, а затем подается в трубы охладительных систем или используется для орошения зимних садов. Эти технологии сводят к минимальному влиянию объекта на экосистемы окружающей среды по месту нахождения. Применяют технологии связанные со сбережением тепла. Если выбрать наиболее подходящие форму и ориентацию здания, теплосберегающие конструкции и материалы наружной облицовки, то затраты на обогрев высотного сооружения снизятся. В здании «Commerzbank» во Франкфурте-на-Майне используется теплозащитное остекление. Светопрозрачные ограждения офисов здания сделаны двухслойными. Внешняя оболочка имеет щелевые отверстия, через которые наружный воздух проникает в полости между слоями. Зимой в ночное время пространство между внешней и внутренней оболочками фасада герметизируется, образуя статичную воздушную прослойку, обладающую хорошими теплоизоляционными свойствами. Снижению затрат энергии на отопление способствуют и зимние сады, обеспечивающие дополнительные тепlopоступления за счет аккумулялирования тепла солнечной радиации. Один из оригинальных методов сбережения тепла – растительность на крыше. Расположенные наверху небоскрёбов сады и газоны сулят массу выгод. Это снижение температуры внутри здания летом и сохранение тепла в нём зимой — снижение затрат на поддержание кондиционирования и отопления, уменьшение выбросов вредных веществ в атмосферу. Если комплексно в городах озеленяются крыши, то значительно снижается так называемый эффект городского теплового острова. Когда тысячи крыш, как правило, покрытых чёрным гудроном, чёрным рубероидом или чем-то похожим, сильно нагреваются солнечными лучами, повышая температуру воздуха в самом городе и ближних окрестностях, влияя, в конечном счёте, на климат региона. Негативные стороны такого метода: дорого обустроить такую крышу, постоянно нуждается в уходе [5]. Важнейшим фактором экологической безопасности является улучшение микроклимата и создание благоприятной психологической обстановки в высотных зданиях с помощью проведения санитарно-эпидемиологических мероприятий, установка оптимального тепловлажностного режима, применение растительности, обеспечение высокого качества воздуха, акустики, освещения. В небоскребах проблематично осуществляется естественная вентиляция, образуются сильные воздушные потоки внутри и снаружи высотки. Решением может стать создание естественной системы самовентиляции, включение атриумов в структуру

сооружения. Высотное здание «Commerzbank» разделяется по вертикали на четыре 12-этажных модуля. Каждый модуль имеет три 4-этажных зимних сада, соединенных вертикально посредством центрального атриума. Сады и атриум связаны для повышения эффективности естественной вентиляции. Каждый модуль контролируется собственной независимой установкой климатизации. Через 12 этажей на границах модулей атриум разделен горизонтально для выравнивания давления и защиты от распространения дыма. Сады, атриум и офисные помещения по периметру имеют открываемые окна. Вентиляция офисов в первую очередь осуществляется естественным образом, но в здании также имеются установки механической вентиляции и охлаждаемые перекрытия с замоноличенными трубопроводами [3]. Небоскребы подвергаются солнечному перегреву из-за большой площади фасадов. Если использовать регулируемые солнцезащитные системы внутренние (жалюзи) и наружные (рафшторы, ламеля), системы охлаждения, можно значительно снизить солнечный перегрев. В Небоскребе «Башня энергии» (The Burj al-Taga, Дубай, проектируется) весьма оригинально решена проблема охлаждения здания: небоскреб оснащен конвекционными каналами, по которым постоянно прогоняется атмосферный воздух. Для того же используется и морская вода, прокачиваемая насосами через охлаждающие трубы. Вдобавок, поверхность здания покрыта зеркальными плитками, отражающими излучение солнца. В 300-метровой «Башне жемчужной реки», к примеру, будет выполнено специальное двойное остекление южного фасада, с вентиляцией между стёкол, способствующее снижению нагрева здания. Здесь также будут устроены автоматические жалюзи, поворачивающиеся на нужный угол по мере путешествия солнца по небу, а также - открывающиеся в пасмурную погоду для увеличения естественного освещения офисов. Так же в системе охлаждения здания, которое будет работать в весьма жарком, влажном и солнечном климате, авторы задумали применить ещё целый ряд новинок, способных сократить расход энергии на поддержание микроклимата. Это и пассивные осушители вентиляционного воздуха – каналы вентиляции проходят в полах здания, и система охлаждения воздуха в офисах с высоким КПД. В отличие от распространённых систем централизованного кондиционирования, она основана на циркуляции хладагента по многочисленным разветвлённым каналам, также пронизывающим полы на всех этажах. В высотном здании много внутренних помещений, до которых свет с улицы не добирается или резкий бьющий свет в окна, когда солнце находится прямо перед зданием, все это связано с освещенностью. Выход из данной ситуации – правильный подбор площади и расположения светопроёмов, использование солнцезащитных систем. Одно из решений этой проблемы можно увидеть в главном здании газеты «New York Times» в Нью-Йорке, окончание строительства 2007 г. Новое здание разработано итальянским архитектором Ренцо Пиано. Интересная внешность здания сочетается с любопытной начинкой. За исключением лифтовых шахт и некоего ряда внутренних помещений все этажи в башне — это огромные открытые площадки, с полностью стеклянными (по всей высоте и ширине) стенами, со всех сторон здания. Особенность проекта — это тысячи горизонтальных керамических труб диаметром в несколько сантиметров. Они расположены на расстоянии 45 сантиметров перед стёклами, с внешней стороны стен. Эти белоснежные трубы имеют необычайно высокий коэффициент отражения. Вместе с тем они матовые, так что рассеивают падающий на них с любого направления свет также — в самых различных направлениях. В результате достигается удивительный эффект. Трубы направляют свет, льющийся с неба, на потолки и стены внутри здания. При этом освещённость на «простреливаемых» насквозь этажах почти не изменяется в течение всего дня, пока солнце не проходит вокруг башни и, наконец, не спускается уж слишком низко к горизонту. На уровне глаз людей, стоящих перед стенами-окнами, в чересполосице труб сделаны пропуски высотой примерно один метр. Так что обитателям башни обеспечен прекрасный обзор. Им не придётся смотреть на город «из-за решётки». По подсчётам авторов исследования, небоскреб «New York Times» суммарно за год будет тратить лишь 30–40 % от электроэнергии, требуемой для существующих офисных



зданий аналогичного размера. Как отмечают авторы работы, прозрачное здание штаб-квартиры «New York Times» не только высокотехнологично, но очень символично, ибо отражает миссию газеты проливать свет на события в городе, стране и мире. Можно избежать проблемы психологического дискомфорта людей, которые длительное время находятся на большой высоте, если разнообразить структуру здания, запроектировать зимние сады, атриумы. Что мы можем увидеть в здании «Commerzbank»: в нем имеется атриум, проходящий от уровня земли до самого верхнего этажа, из каждого офиса или части здания открывается вид на город. Спирально по всему зданию расположены зимние сады высотой в четыре этажа – они улучшают микроклимат и создают совершенно иную рабочую обстановку [3]. Основная отличительная особенность 26 этажного «ЭДИТТТауэр» (EDITT Tower, проект арх. T. R. Hamzag & Yeang International, Сингапур) заключается в том, что в объем вводится природный компонент. Высотный комплекс по сути становится вертикальным городом, в который наряду с магазинами, кафе, кинозалами включаются площади, парки, скверы, бульвары, зеленые дворики с фонтанами, деревьями, цветами. Авторы «ЭДИТТТауэр» хотят добиться, чтобы прилегающий к комплексу ландшафт вошел внутрь, непрерывной лентой дошел до последнего уровня. Дорожки, наклонные пандусы и открытые переходы «ЭДИТТТауэр» должны создавать у людей, находящихся в здании, ощущение прогулки по парку. Сады выходят на открытые террасы, полностью формируя фасад. На некоторых уровнях новое здание предполагается соединить мостами с соседними домами, чтобы достаточно легко интегрироваться в городскую среду, что не только обеспечивает и облегчает физическую и визуальную связь, но и становится основой социальных контактов [9]. Дорожки, наклонные пандусы и открытые переходы «ЭДИТТТауэр» должны создавать у людей, находящихся в здании, ощущение прогулки по парку. Сады выходят на открытые террасы, полностью формируя фасад. На некоторых уровнях новое здание предполагается соединить мостами с соседними домами, чтобы достаточно легко интегрироваться в городскую среду, что не только обеспечивает и облегчает физическую и визуальную связь, но и становится основой социальных контактов [9].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Горин С. С. Кривицкий В. Г. Высотный мир мегаполисов/ «Строительство и бизнес». – 2004. – № 3. 4.
2. Шилкин. Н. В Здание высоких технологий // АВОК. – №7, 2003. – С. 18–27.
3. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М., Шилкин Н. В. Энергоэффективные здания. – М.: АВОК.–Пресс, 2003.
4. Рафайнер Ф. Высотные здания. Объемно-планировочные и конструктивные решения. — М.: Стройиздат, 1982.
5. <http://www.membrana.ru>