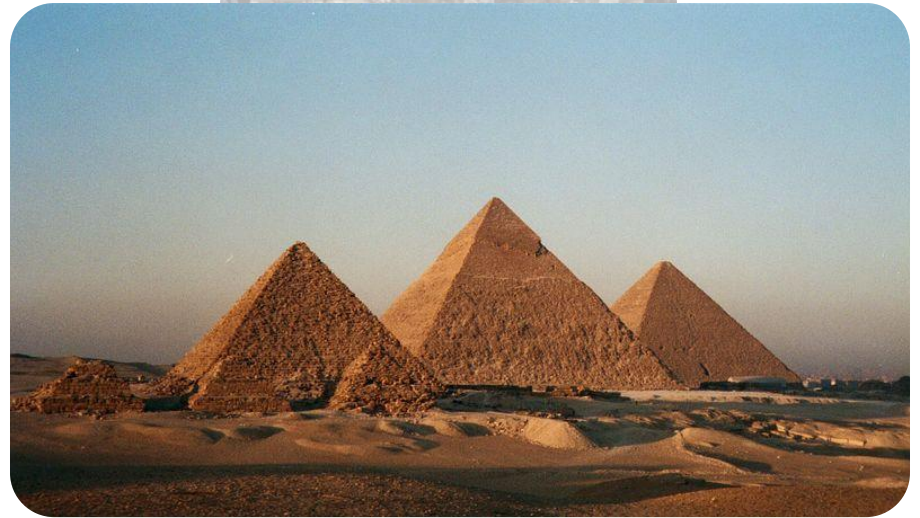


A low-angle, upward-looking photograph of several modern skyscrapers. The buildings are made of glass and steel, with a grid-like pattern of windows. The sky is a clear, light blue. The perspective makes the buildings appear to converge towards the top of the frame.

# **ОСОБЕННОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ**



## **Высотными**

**зданиями** в России считаются здания высотой более 75 м или более 25 этажей. В других странах под термином «высотное здание» обычно понимают здание высотой от 35 до 100 м.

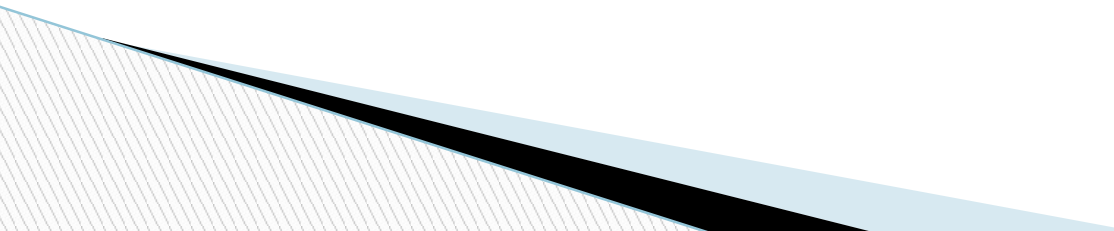
Высотные здания могут иметь разное назначение: быть гостиницами, офисами, жилыми домами, учебными зданиями. Чаще всего высотные здания выполнены многофункциональными: помимо помещений основного назначения в них размещаются автостоянки, магазины, офисы, кинотеатры и т. д.

**Небоскреб** –свободно стоящее сооружение, равномерно распределённое по вертикали на этажи, предназначенные для жизни и работы людей, с высотой последнего этажа не менее 100 - 150 м. Небоскрёбы выше 300 м называют сверхвысокими.



Категорирование высотных зданий и составление их рейтингов имеет некоторую неоднозначность ввиду разнообразия способов измерения. В настоящее время общепринятыми критериями являются разработанные *Советом по высотным зданиям и городской среде*.

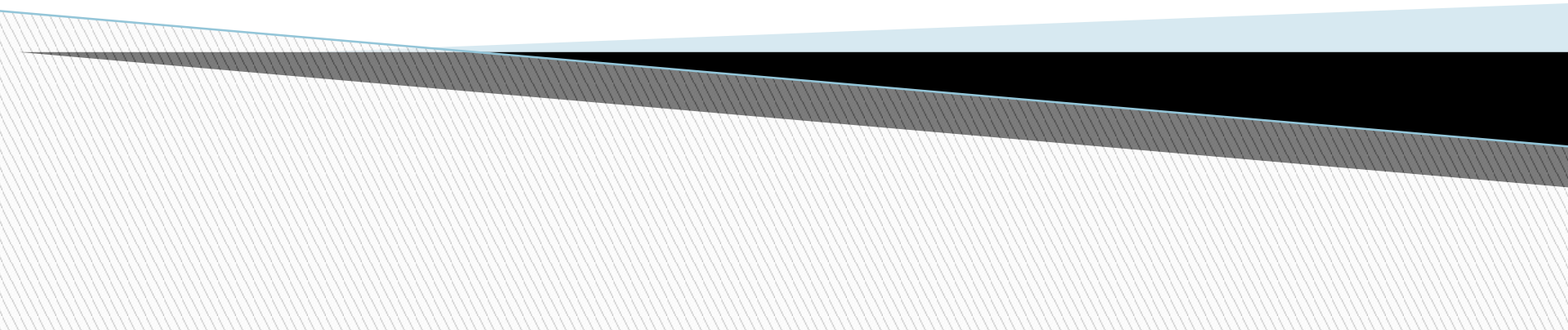
Согласно этим критериям, под *зданием* подразумевается сооружение, спроектированное для использования в качестве жилого, офисного (коммерческого) или производственного помещения.

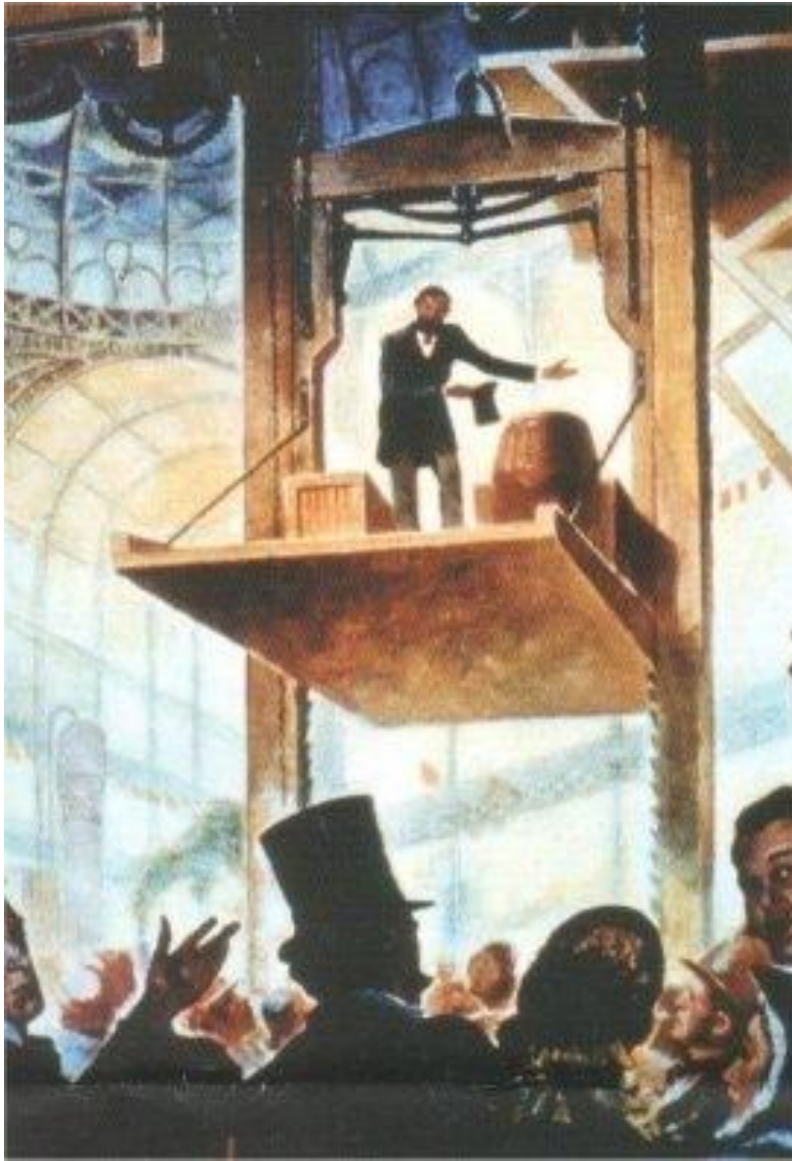


Совет предлагает три критерия измерения высоты здания (во всех случаях измерения производятся от наиболее низкого значимого входа в здание):

- ▣ *конструктивная высота здания* — высота от уровня тротуара до наивысшей точки конструктивных элементов здания (включая шпили и исключая телевизионные и радио антенны и флагштоки).
- ▣ *до наивысшего доступного этажа* — высота здания до уровня пола наиболее высокого доступного этажа корпуса.
- ▣ *до кончика антенны/шпиля* — высота здания до самой высокой точки антенны, шпиля и т. п.

# История небоскребов





В пятидесятых годах девятнадцатого века молодой инженер Элиша Отис изобрел первый безопасный паровой лифт. Задолго до него подъемники использовались в горном деле, строительстве, но в домах они не приживались. Причина проста – они падали, когда рвался трос. У лифта Отиса была страховка: в случае обрыва троса срабатывал аварийный пружинный механизм, который блокировал пассажирскую кабину и останавливал падение.



Изначально основной вес здания брали на себя несущие стены. Поэтому для высоких домов их приходилось делать достаточно большой толщины.

Пример первого и последнего каменного небоскреба – 16-этажное *Monadnock Building* (Монаднок), построенный в 1893 году в Чикаго. Величина стен МВ у основания составила 1,83 метра. Из-за мягкости грунта и большого веса конструкции здание просело на 0,51 м.

Опыт Монаднок Билдинг показал несостоятельность каменных материалов, как основы для высотного строительства.



MONODNOK BUILDING, CHICAGO, ILL.

1664

Решить эту проблему помогло каркасное  
строительство



В Чикаго в 1884 году по проекту архитектора Уильяма де Барона Дженни было построено здание страхового общества. Среди своих собратьев оно выделялось не столько высотой (в нем было всего девять этажей), сколько технологиями, которые были использованы при его создании. Это был первый дом, построенный с использованием каркаса.



Число высотных домов стало быстро увеличиваться. Россия и европейские державы отнеслись к небоскребам достаточно скептически, оставаясь верными собственным традициям. Европейцы не считают высотки частью своей культуры. Ни одно из 50 самых высоких зданий мира не находится в Старом Свете. А вот в Америке новый тип зданий быстро завоевал популярность.



Долгое время пальму первенства удерживал 242-метровый небоскреб архитектора Гаса Гилберта, построенный по заказу мультимиллионера Фрэнка Вулворта и названный его именем.



Лишь в 1930 году здание,  
которому было дано название  
«Крайслер» (319 м), смогло  
побить установленный ранее  
рекорд.





Уже в 1931 году было закончено возведение знаменитого нью-йоркского небоскреба Эмпайр Стейт Билдинг. 102 этажа этого дома выросли над Нью-Йорком на высоту в 391 метр. В 1952 году на небоскреб установили антенну, которая увеличила высоту до 443 метров.



После Второй мировой войны небоскребы начинают приобретать современные очертания.



Лейк Шор Драйв (Чикаго)



Сигрем (Нью - Йорк)



В семидесятые годы высотки по всему миру получают новый импульс роста.





**Уиллис (Сирс) – Тауер  
(Чикаго)**



PORTE.COM.UA

Во второй половине двадцатого столетия  
небоскребы постепенно завоевывают мир.



**Фракфурт – на -  
Майне**



Гостиница «Украина»  
(Рэдиссон Ройал), Москва



Жилой дом на Кудринской площади



отель Парус . Дубаи

С началом экономического роста в странах Юго-Восточной Азии бум строительства небоскребов переместился в те края.



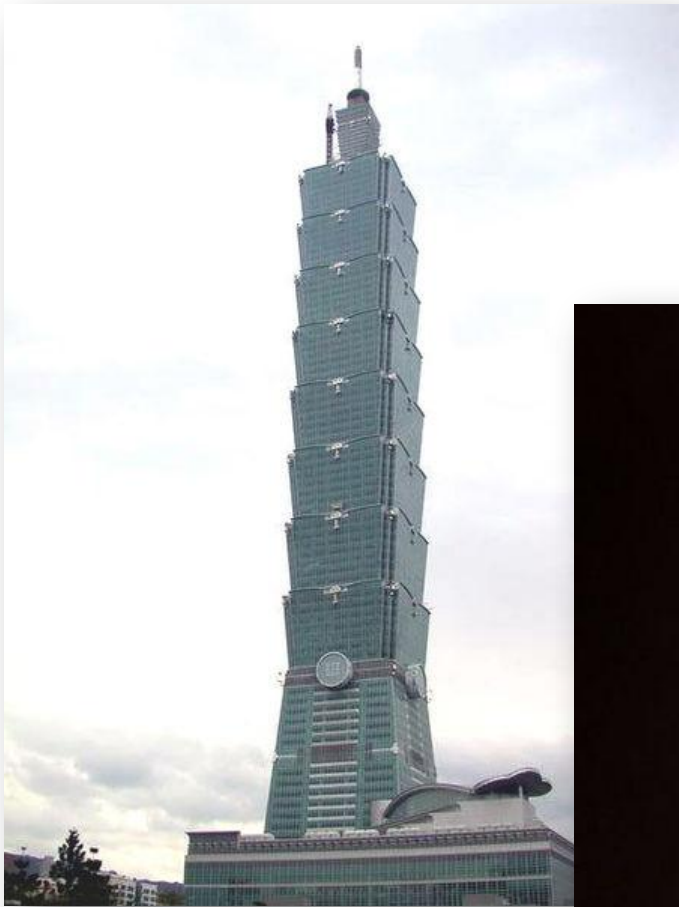
# На сегодняшний день пять самых высоких небоскребов мира:

## 1. Бурдж-Халифа

С 21 июля 2007 года — самое высокое строение в мире. С 19 мая 2008 года — самое высокое когда-либо существовавшее сооружение в мире. Точная окончательная высота 828 метров (по высоте антенны), 163 этажа.







## 2. Тайбей – 101

- небоскрёб,  
расположенный в  
столице Тайваня  
Тайбэе. Этажность  
небоскрёба  
составляет 101  
этаж, высота —  
509,2 м (вместе со  
шпилем).



### **3. Шанхайский всемирный финансовый центр** - небоскрёб в Шанхае, строительство которого завершено летом 2008. Высота составляет 492 м.





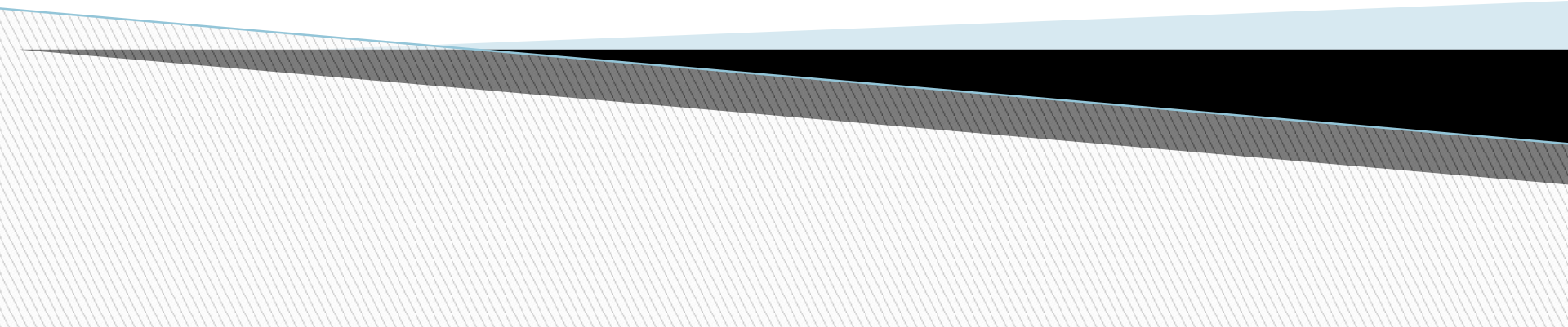
**4. Башни Петро́нас —**  
88-  
этажный небоскрёб.  
Высота — 451,9  
метров. Находится в  
Малайзии в Куала-  
Лумпуре.



**5. Уйллис-тауэр , до 2009 года — Сирс-тауэр (Sears Tower) — небоскрёб**, находящийся в городе Чикаго, США. Высота небоскрёба составляет 443,2 м, количество этажей — 110. До сих пор это сооружение остается самым высоким небоскребом на территории США.



# Особенности возведения ВЫСОТНЫХ зданий



К особенностям высотных зданий относятся:

- преобладающее значение горизонтальных (в первую очередь, ветровых) нагрузок над вертикальными;
- очень высокая нагрузка на несущие конструкции, в том числе на основания и фундаменты;
- повышенная значимость воздействия ряда природных факторов (сейсмика, солнечная радиация, аэродинамика) и техногенных (вибрации, шумы, аварии, пожары, диверсионные акты, локальные разрушения) на безопасность эксплуатации;

Эти особенности необходимо учитывать при выборе материалов, конструктивной схемы высотного здания и проектировании несущих конструкций, фундаментов.

# Материалы

Несущие конструкции высотных зданий в начальный период развития этого вида строительства преимущественно выполняли из стали. В последние годы эти конструкции все чаще предпочитают выполнять из **железобетона**, поскольку этот материал обладает большей огнестойкостью, дешевле, а его прочностные характеристики приближаются к прочности стали. Созданы и применяются бетоны классов В80 и В100, хотя в широкой строительной практике применяют более низкие классы высокопрочных бетонов В60 и В70.

Толщину несущих железобетонных стен применяют 250 мм и более.

*Самое высокое здание в мире – башня Бурдж Халифа (Дубай) выполнено из монолитного железобетона. Монолитный каркас комплекса “Федерация” в Москве, например, возведен из бетона класса В60 и В80–В90.*



# Фундамент

Главная особенность высотных зданий по сравнению с обычными сооружениями заключается в том, что удельное давление на основание под фундаментной конструкцией достигает значительных величин. В частности, как показали проведенные наблюдения за рядом возведенных и эксплуатируемых высотных зданий, значения удельного давления достигают величин 500–800 кПа и более.

В настоящее время при проектировании и строительстве высотных зданий широкое применение получили три типа фундаментов:

- свайные
- плитные
- свайно-плитные

Глубина заложения фундаментов может достигать 100 метров (башни Петронас - 100 м., Тайбей - 80 м.)

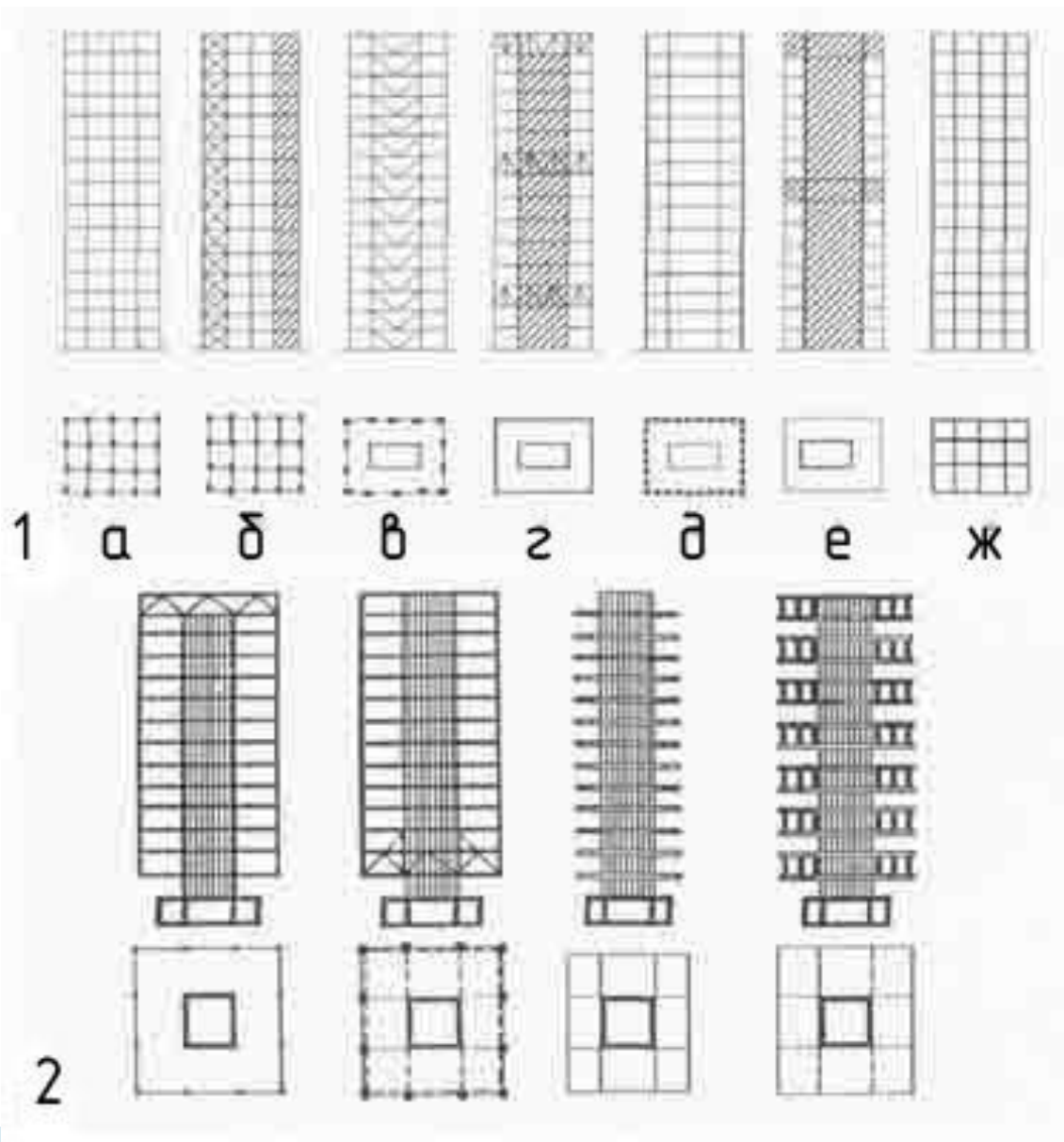


# Конструктивные схемы высотных зданий

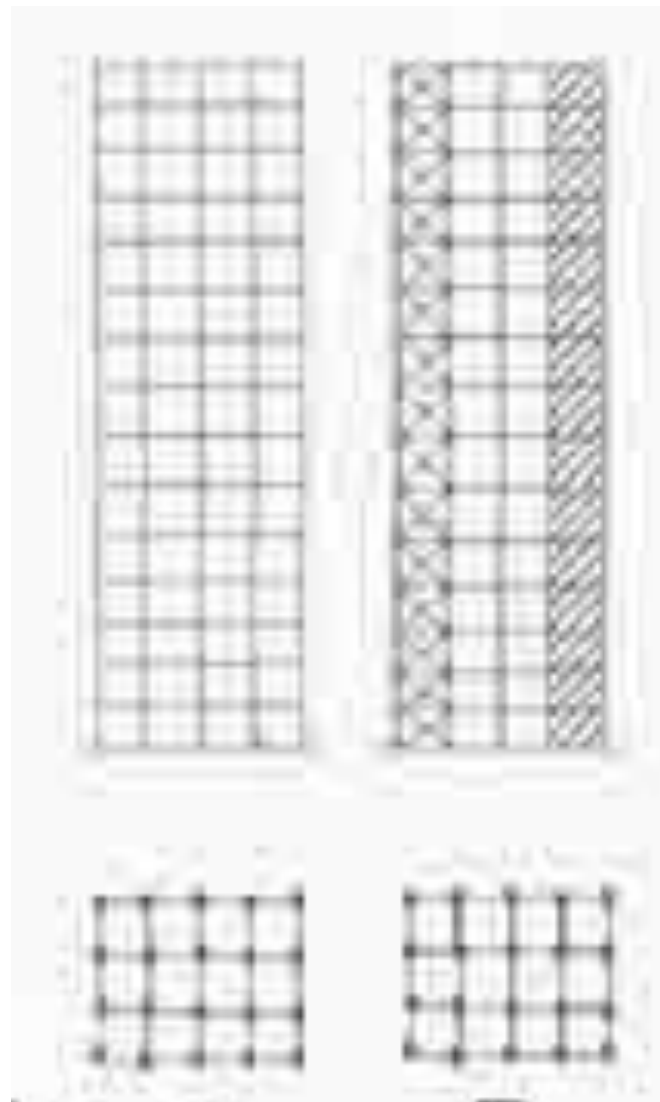
## 1. Конструктивные схемы высотных зданий:

- а - рамно-каркасная;
- б - каркасная с диафрагмами жесткости;
- в - каркасно-ствольная;
- г - коробчато-ствольная;
- д - коробчатая (оболочковая);
- е - ствольная;
- ж - бескаркасная с поперечными несущими стенами;

## 2. Конструктивные решения с ядром жесткости и консольными перекрытиями.

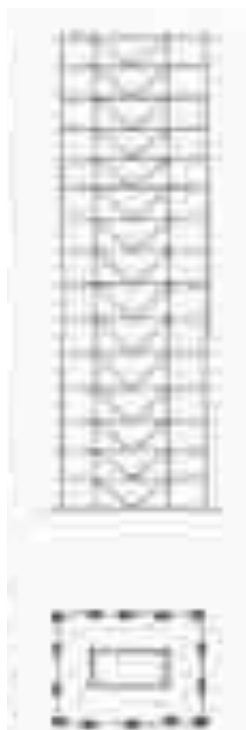
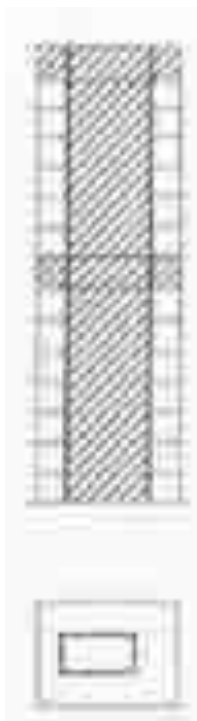


Здания высотой до 200–250 м возводят преимущественно с несущим каркасом (*рамный каркас, каркас с диафрагмами жесткости*). При строительстве жилых домов и гостиниц применяют и *перекрестно стеновую* систему, которая благодаря высокой жесткости наиболее эффективна в зданиях высотой до 150 м.

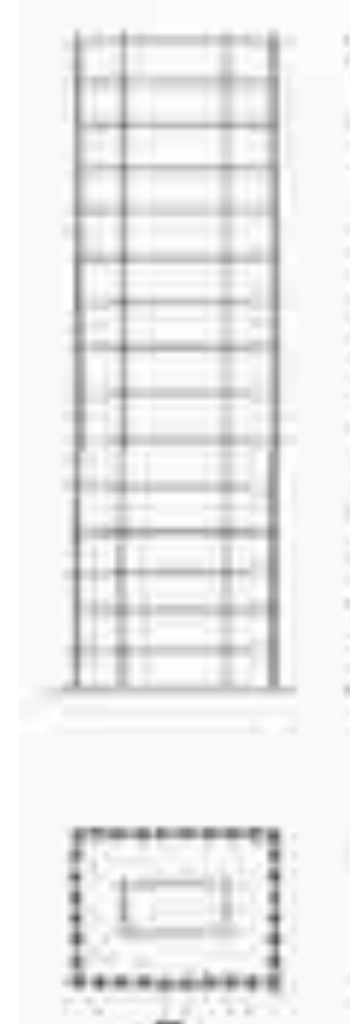
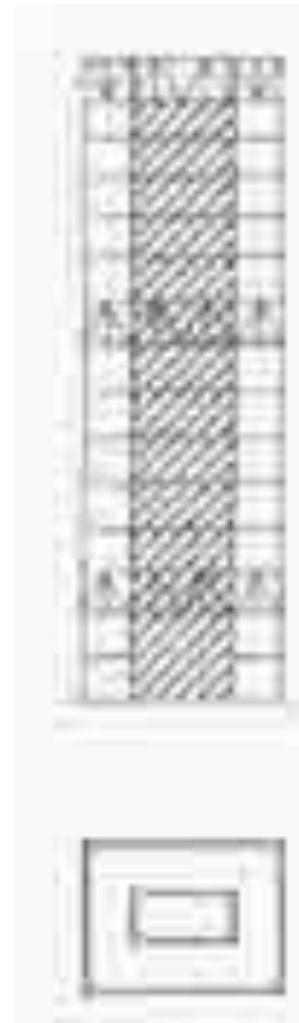


В целях повышения жесткости высотного здания и обеспечения свободной планировки применяют *ствольные и каркасно-ствольные системы*.

Стволы (ядра) изготавливают из железобетона, стали или их комбинаций. Стволы выполняют роль жестких вертикально расположенных консолей, заземленных в земле и воспринимающих горизонтальные нагрузки. Поскольку поперечное сечение лестнично-лифтовых узлов ограничено, жесткость стволов также ограничена, в связи с чем они могут обеспечивать необходимую жесткость здания в определенных пределах.



Для повышения изгибной жесткости высотных зданий применяют *коробчатые или оболочковые системы*, в которых повышение жесткости достигается за счет включения в работу на поперечный изгиб наружных ограждений, выполняемых в этом случае несущими. Поперечное сечение жесткого ядра увеличивается до размеров наружной оболочки здания. Размеры здания в плане при этом имеют ограничения по условию обеспечения требуемого естественного освещения.



# Несущие элементы конструктивных систем высотных зданий

## Колонны

Стойки каркасных систем – колонны, пилоны и другие аналогичные элементы возводят с применением так называемого высокопрочного и высококачественного бетона, прочность на сжатие которого достигает 100 МПа и более.

Габаритные размеры колонн и количество рабочей арматуры определяются целым рядом факторов и зависят от тех конкретных требований, которые инженер предъявляет к несущей системе здания.

При недостаточной несущей способности, жесткости или продольной устойчивости стоек каркаса

применяют сталебетонные колонны с внешней стальной оболочкой либо с внутренней жесткой арматурой. Такие решения позволяют также повысить и огнестойкость конструкций.

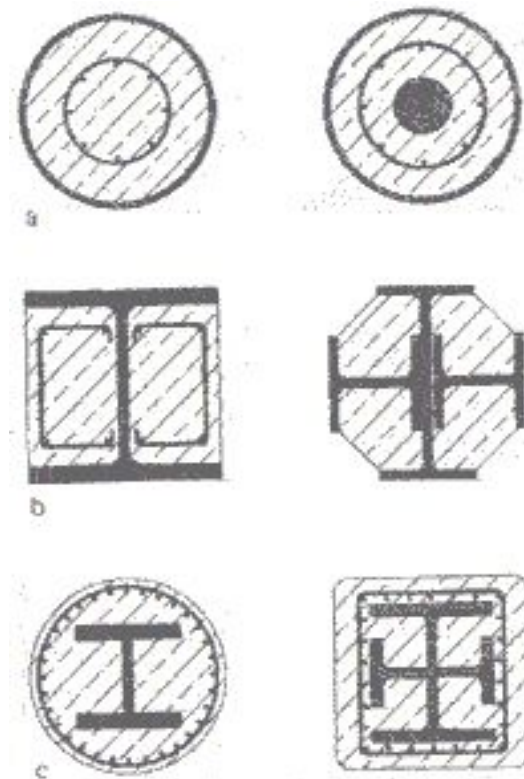


Рис. Разные варианты составных стальных колонн

а — стальные секции:

б — то же, частично погруженные в бетон:

с — то же. полностью погруженные в бетон

## **Стены**

Стены высотных зданий независимо от того, несущие ли это конструкции или диафрагмы жесткости, выполняют из менее прочных бетонов по сравнению с применяющимися для устройства колонн, однако, как правило, прочность бетона в стенах составляет не менее 40 МПа. В высотных зданиях несущую стеновую систему устраивают с применением монолитного бетона.

## **Междуэтажные перекрытия**

Перекрытия высотных зданий решаются в зависимости от принятого пролета. В США, где глубина помещений по условиям естественной освещенности допускается равной 16 м, для обеспечения свободной планировки перекрытия также, как правило, имеют пролет, равный 16 м.

Для устройства плитной части перекрытий широко применяют монолитную железобетонную плиту, укладываемую на стальной профилированный настил, при этом профнастил включают в совместную работу с железобетонной плитой с помощью анкеров, закрепляемых на нем.

## Лестничнолифтовые узлы

Лестничнолифтовые узлы высотных зданий играют особую роль в обеспечении сообщения между этажами и эвакуации людей в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

Обычно их располагают в центральной части высотных зданий. Как правило, он размещается в пределах центрального ствола строений с каркасноствольной, коробчатоствольной или аналогичными несущими системами. Предел огнестойкости конструкций лестничнолифтового узла принимают по национальным нормам проектирования, и в большинстве случаев он составляет 2 ч. Исходя из этого показателя, назначают толщину стен и перекрытий и выполняют их проектирование.

# Фасадные конструкции







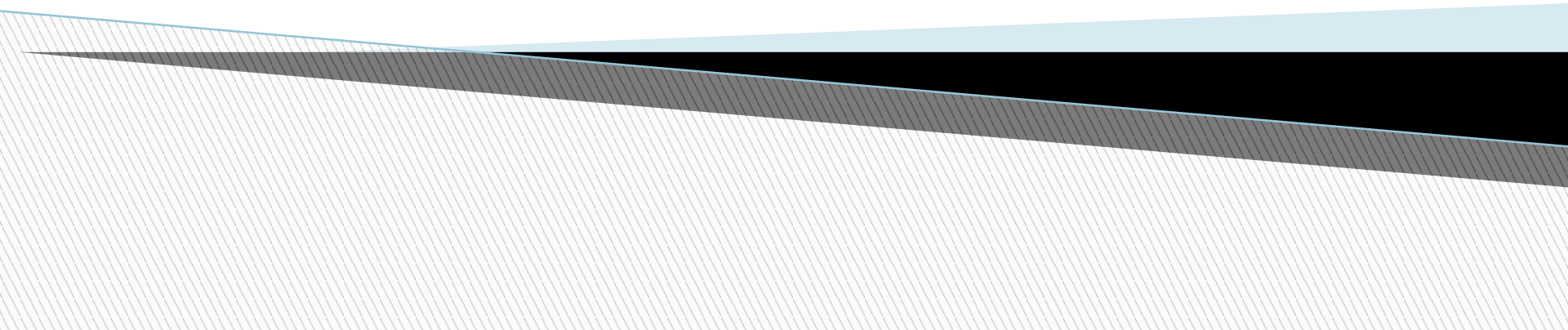
Левер Хаус



Сигрем Билдинг

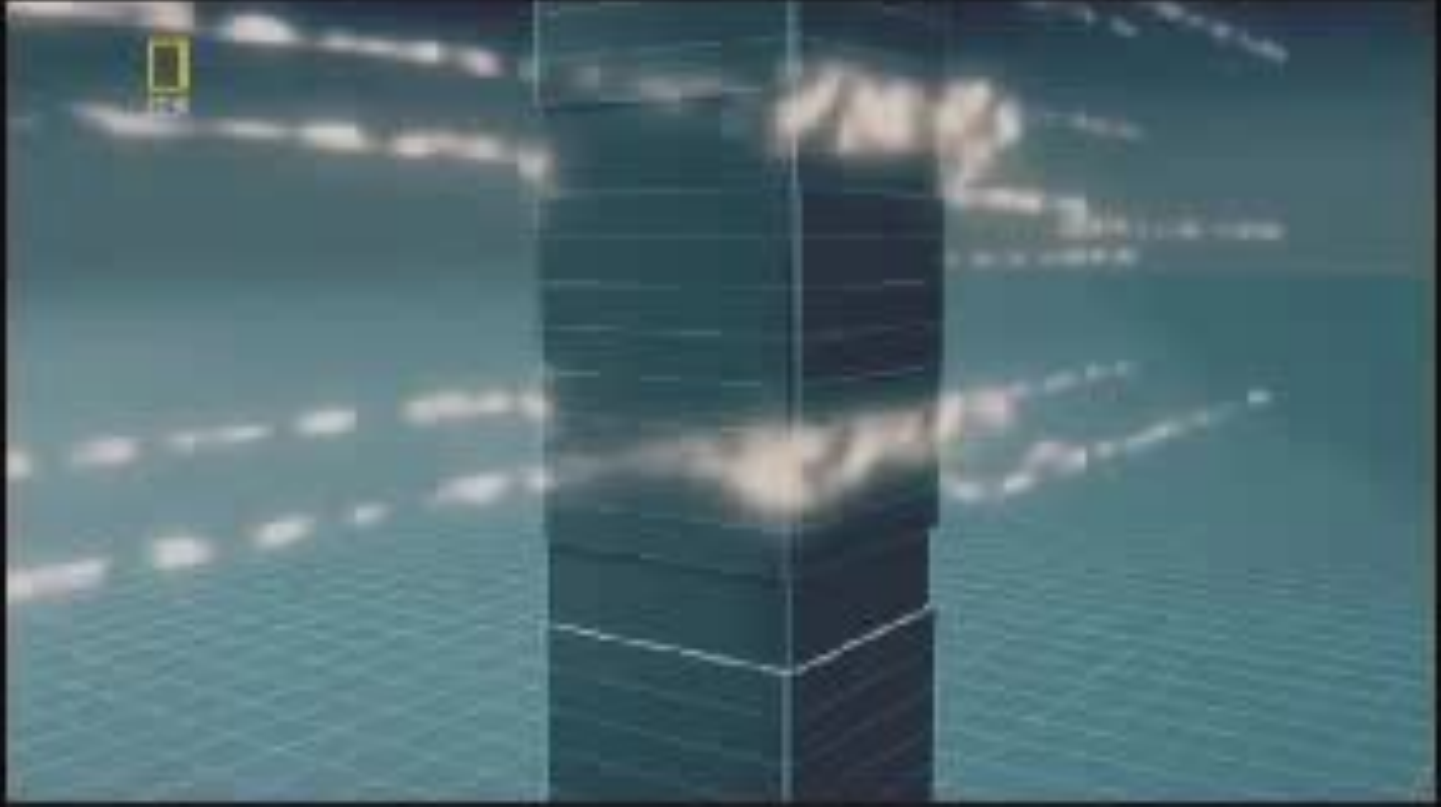


# Дополнительные проблемы



# Ветровая нагрузка

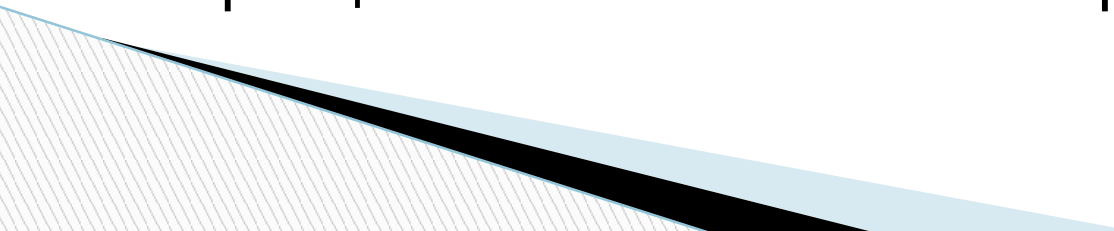




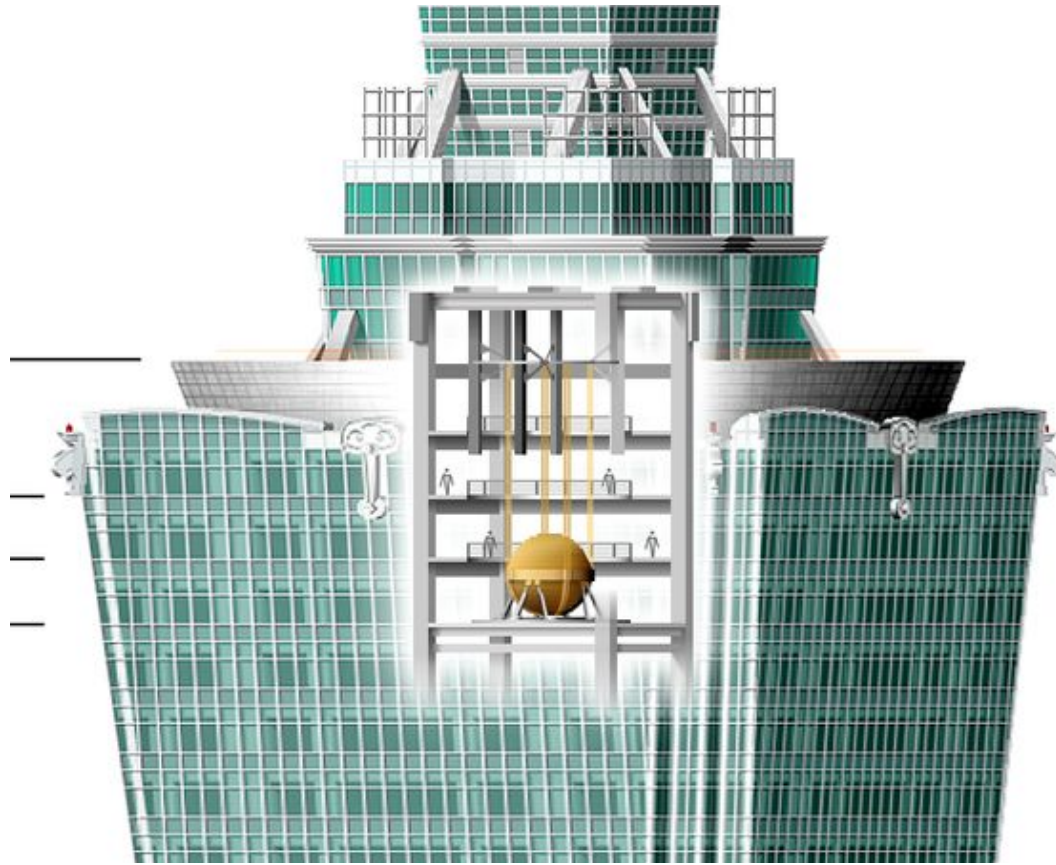
Третий способ: специальные механизмы, которые гасят колебания высоток, чтобы не возникало резонанса. Один из способов - установить наверху демпфер (глушитель, устройство для гашения, успокоения (демпфирования) колебаний). Он колеблется вместе со зданием, но при этом настолько тяжел, что не успевает за колебаниями здания и за счет инерции гасит их.

# Сейсмические нагрузки

Защита от землетрясений может осуществляться различными способами:

- Сейсмический амортизатор
  - Инерционный демпфер
  - Гистерезисный демпфер
  - Демпфирование вертикальной конфигурацией
  - Многочастотный успокоитель колебаний
  - Приподнятое основание здания
  - Свинцово-резиновая опора
  - Пружинный демпфер
  - Фрикционно-маятниковая опора
- 

Во втором по высоте небоскрёбе Тайбей 101, построенном в пределах «Тихоокеанского вулканического огненного кольца», установлен инерционный демпфер – огромный шар – маятник.





# Лифтовое хозяйство

Важным фактором при выборе лифтов для высотных зданий является скорость лифта. Самый быстрый лифт - в небоскребе Тайбей 101. Всего 38 секунд занимает подъем до 89 этажа, а спуск - на 10 секунд больше. Как утверждают разработчики, при подъеме лифт развивает скорость 60,6 километров в час (16,83 м/с), в обычном жилом здании лифты движутся со скоростью 0,5-1,6 м/с.

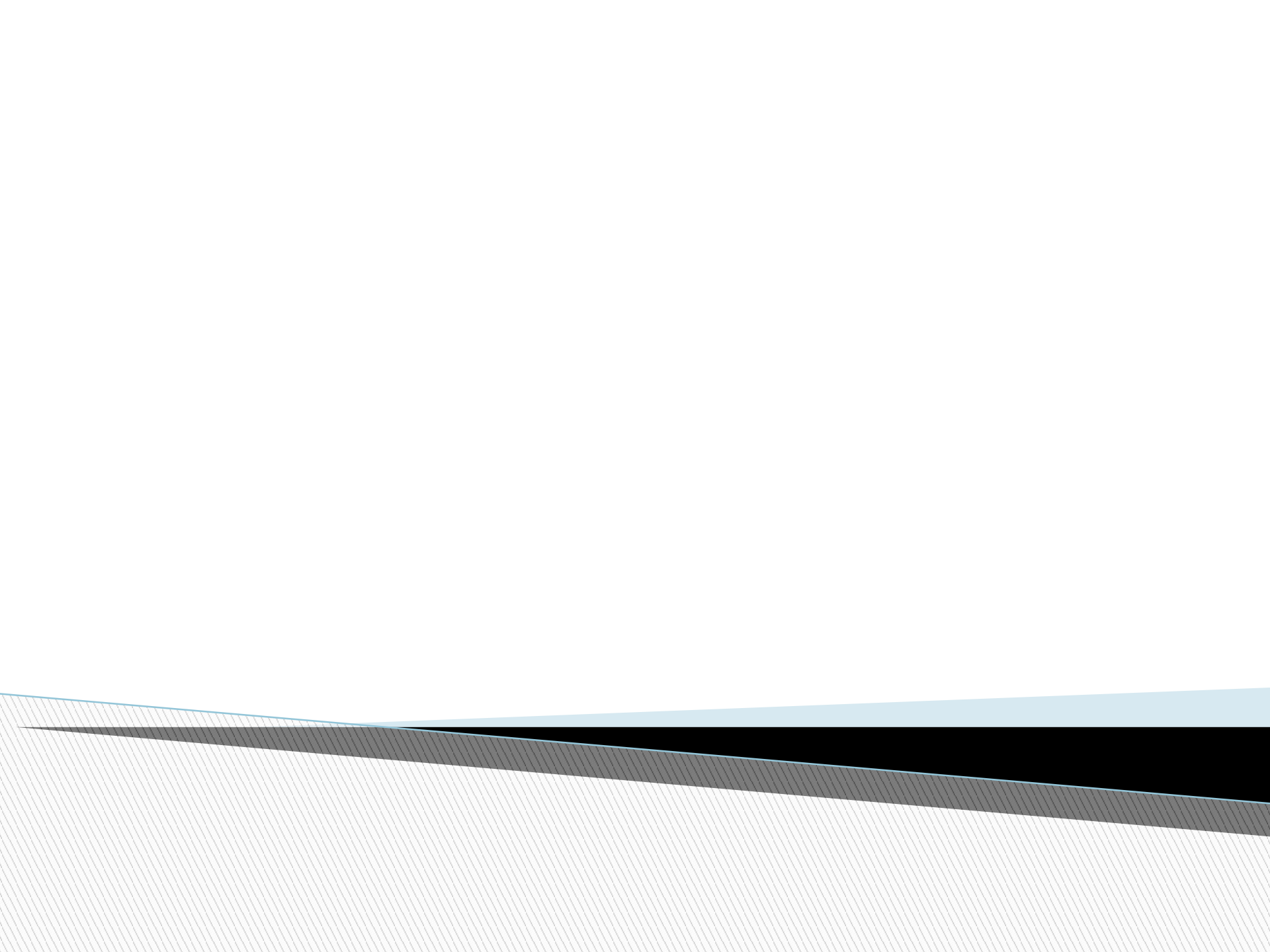
Особое место занимают в высотных зданиях пожарные лифты. Согласно национальным законодательствам пожарные лифты подлежат установке в новых высотных домах сверх определенной нормы высоты. Эта норма в зависимости от страны колеблется от 18 до 30 м. В США все лифты пожарные; другими словами в Америке пожарные лифты стали нормой и используются для транспортировки пассажиров и грузов.

# Пожарная безопасность, эвакуация

Пожарная опасность для людей, находящихся в высотных зданиях, усиливается тем, что в отличие от малоэтажных домов сильно затрудняется эвакуация, а также возрастает сложность борьбы с пожарами.

Пожарные отсеки создаются для ограничения распространения огня. Большие по площади помещения обычно огораживаются стенами, обладающими высокой пожаростойкостью.

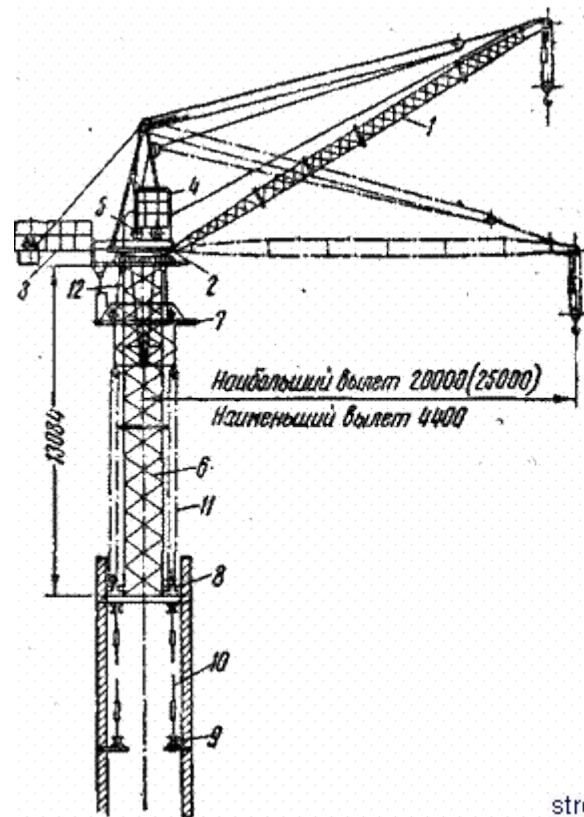
Дымовые отсеки предназначены для того, чтобы воспрепятствовать распространению дыма внутри пожарного отсека. Коридоры разделяются на короткие дымовые отсеки, обеспечивающие наличие свободных от дыма путей эвакуации.

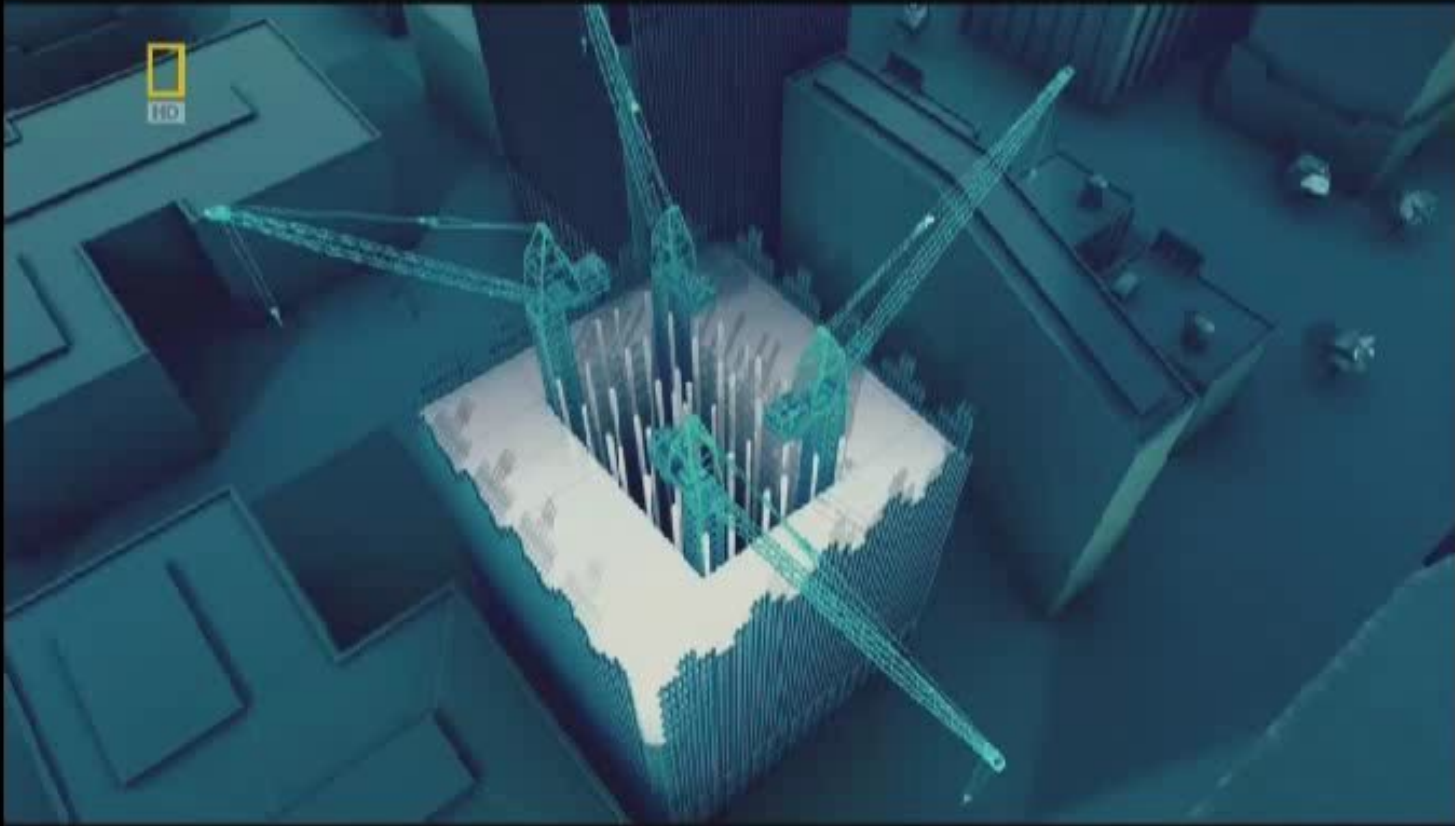


# СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

## Краны для высотного строительства

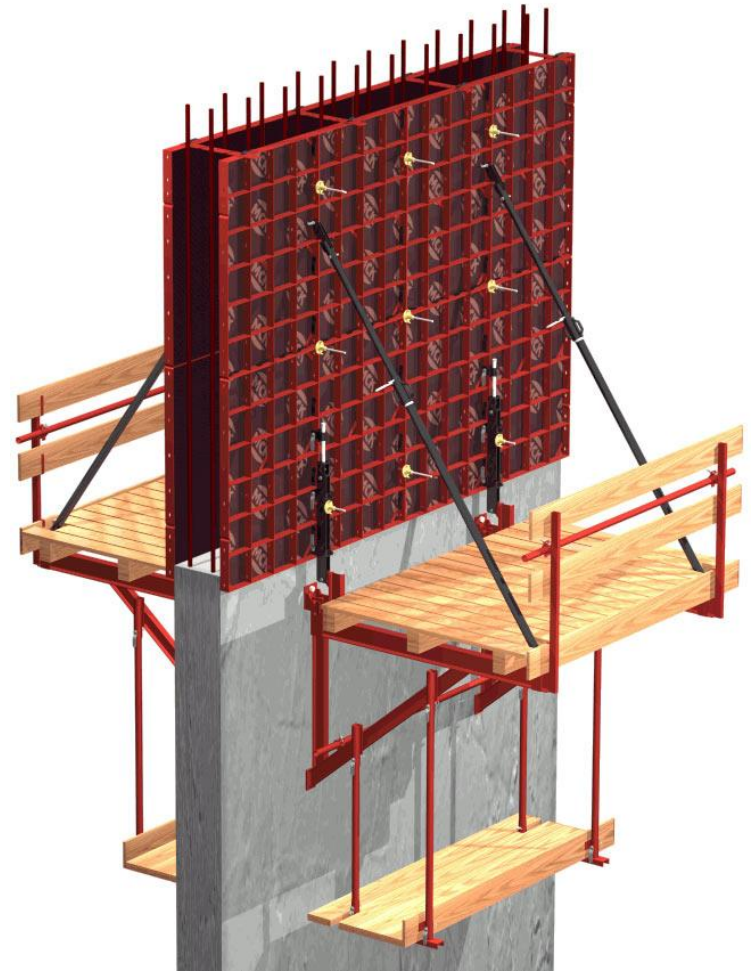
При высоте заданий 130 м и более начинается область применения *самоподъемных кранов*, не имеющих ограничений по высоте подъема грузов.





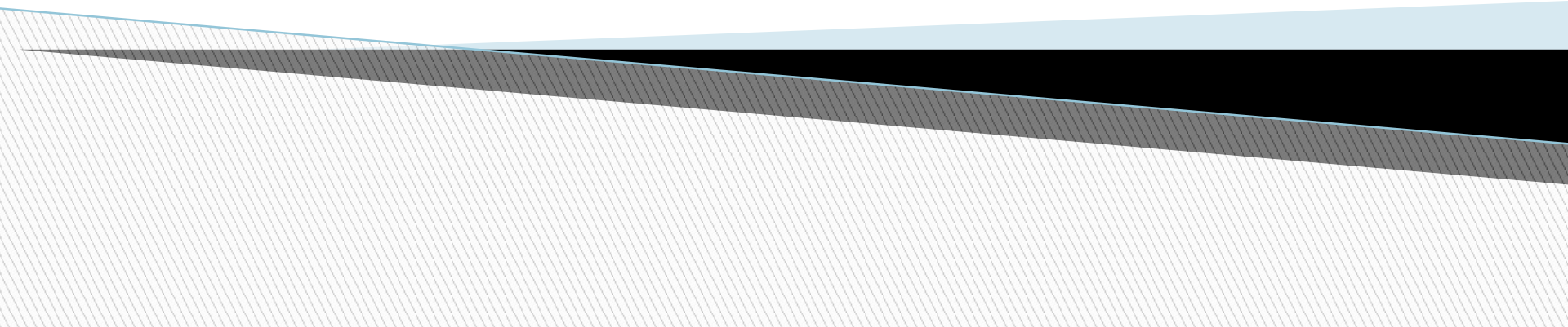
# Опалубочные системы

При строительстве зданий выше 30 этажей необходимы специальные самоподъемные опалубки с гидравлическим приводом, работающие без применения крана в любую погоду.





# Небоскребы в России









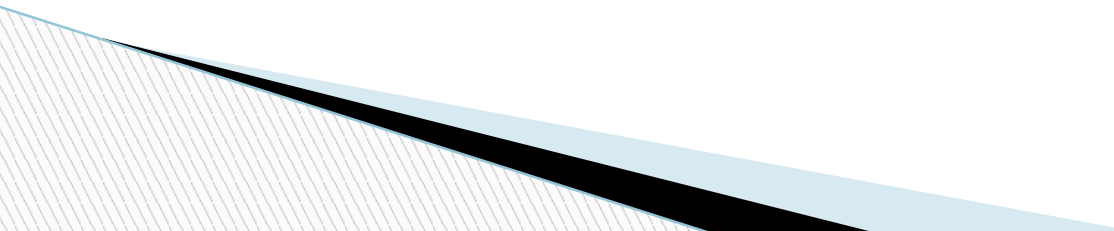
Москва – сити



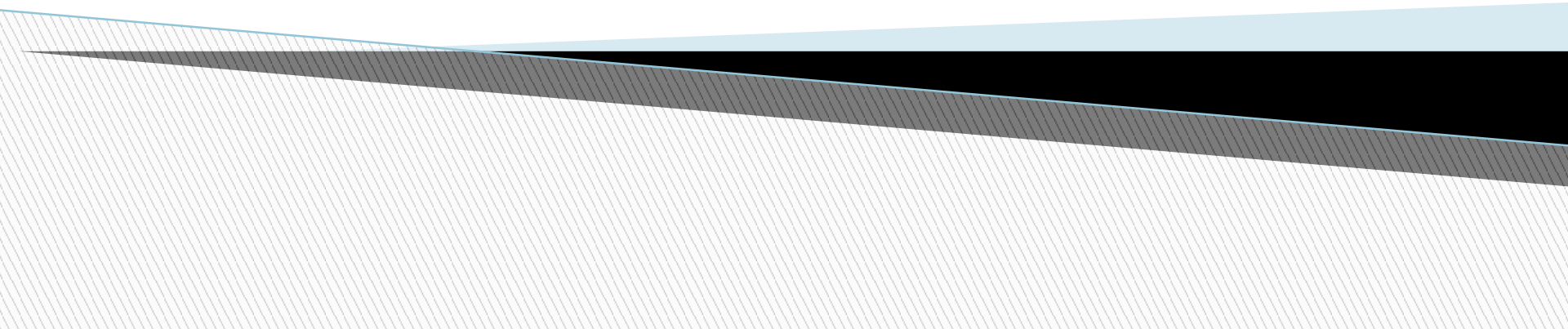
Башня Федерации



В целом же, строительство небоскребов в России, в тех же объемах как за границей, пока не практикуется. И тут существует ряд причин.

- Самая главная заключается в том, что земли у нас достаточно, а значит воздвигать небоскребы просто нецелесообразно, т.к. строительство небоскреба в Москве обойдется дороже, чем вариант с постройкой еще одного небольшого здания.
  - Необходимо также принять во внимание российский климат. Для того, чтобы отапливать подобное здание, которое на приличной высоте будет обдуваться всеми ветрами, потребуется дополнительная энергия.
  - Существенным фактором, негативно влияющим на развитие высотного строительства в России, является отсутствие современной нормативной базы, препятствующей успешному развитию этого вида строительства
- 

# Небоскрёбы будущего

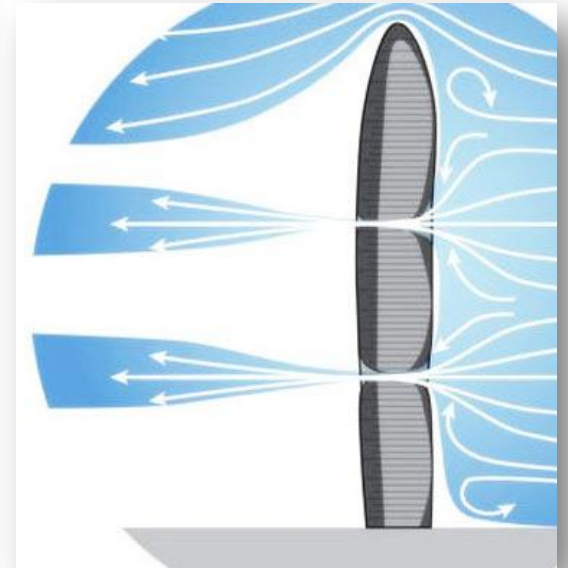
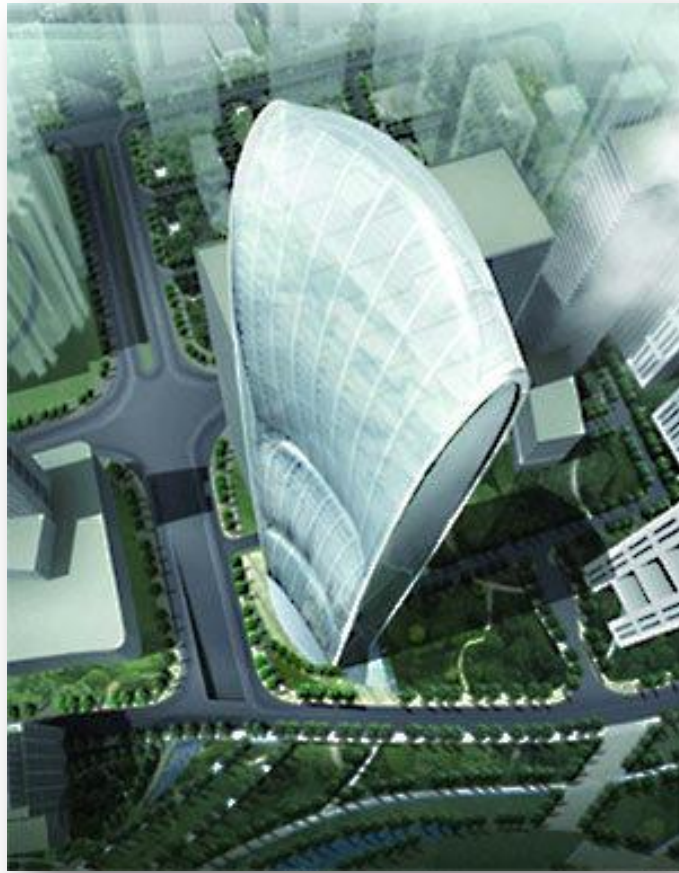


Если проследить намечающиеся инновационные тенденции, то можно назвать следующие новые типы высотных зданий:

- “зеленые”;
- “нулевые”;

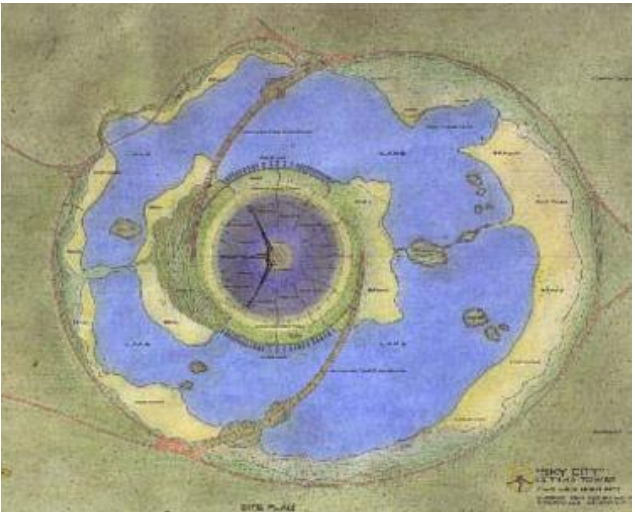
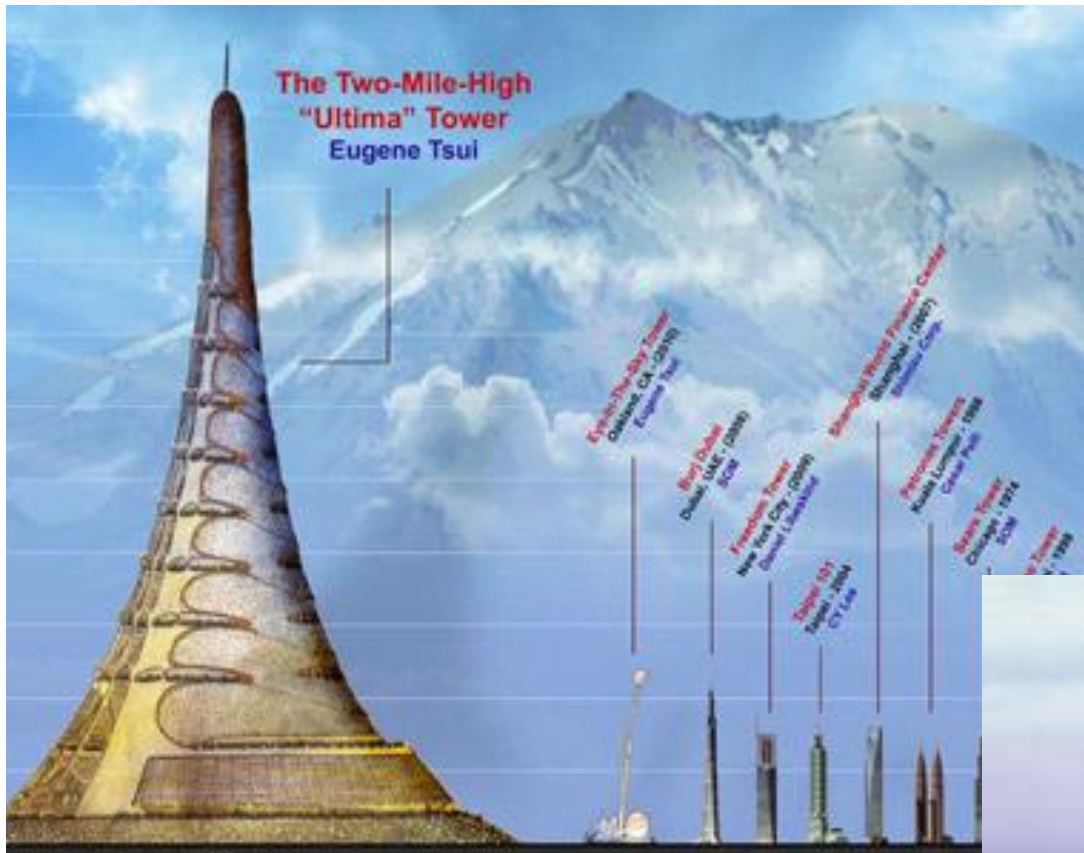
# ЭДИТТТауэр (Сингапур)





Штабквартира отделения китайской национальной табачной компании (Гуаньджоу) или “Башня жемчужной реки”





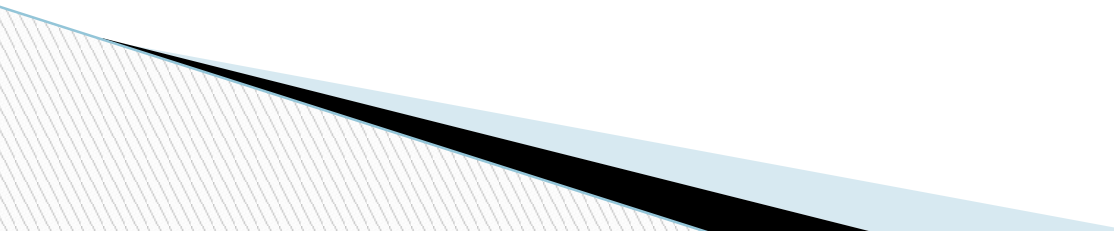
# X-Seed 4000

**Башня Никитина**  
**- Травуша**



# Заключение

Положительные стороны высотного строительства:

- квартиры и офисы в них намного просторнее, чем в стандартных домах, в здании легко разместить все объекты инфраструктуры.
  - более чистый воздух на верхних этажах
  - меньше шума от улицы
  - красивые виды
- 

## Отрицательные стороны:

- ученые считают, что высотное жилье вредно для здоровья из-за разряженного воздуха.
- возникают сложности обслуживания управляющими компаниями (дороговизна коммунальных услуг, ведь эксплуатация высотки обходится вдвое дороже, чем содержание обычного дома)
- проблемы безопасности жителей
- небоскребы не всегда могут вписаться в облик города
- Иногда высотные здания наносят весомый вред экологии города (между небоскребами, стоящими рядом, могут образовываться сильные ветры, из-за которых во дворах не растут деревья - идет сильное испарение и растениям хронически не хватает влаги).

A low-angle, upward-looking photograph of several modern skyscrapers with glass facades, set against a clear blue sky. The buildings are arranged in a way that they appear to converge towards the top of the frame, creating a sense of height and scale. The lighting is bright, suggesting a clear day.

Спасибо за внимание!