

# КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

Докладчики:

Попова Дарья

Полякова Екатерина

# Высотные здания

- Прошлый 2014 год стал рекордным— 97 небоскрёбов в 19 странах.
- Лидирующие позиции заняли Китай, Филиппины, Катар и Арабские Эмираты.
- Общая высота завершённых проектов в 2014 году превысила 23,3 км.

# Высотные здания

- наклонная башня Capital Gate в Абу-Даби, ОАЭ;
- небоскрёб Taipei 101 в столице Тайбэя;
- Бурдж-Халифа, Дубаи, ОАЭ;
- Башня Восток, Москва, РФ.

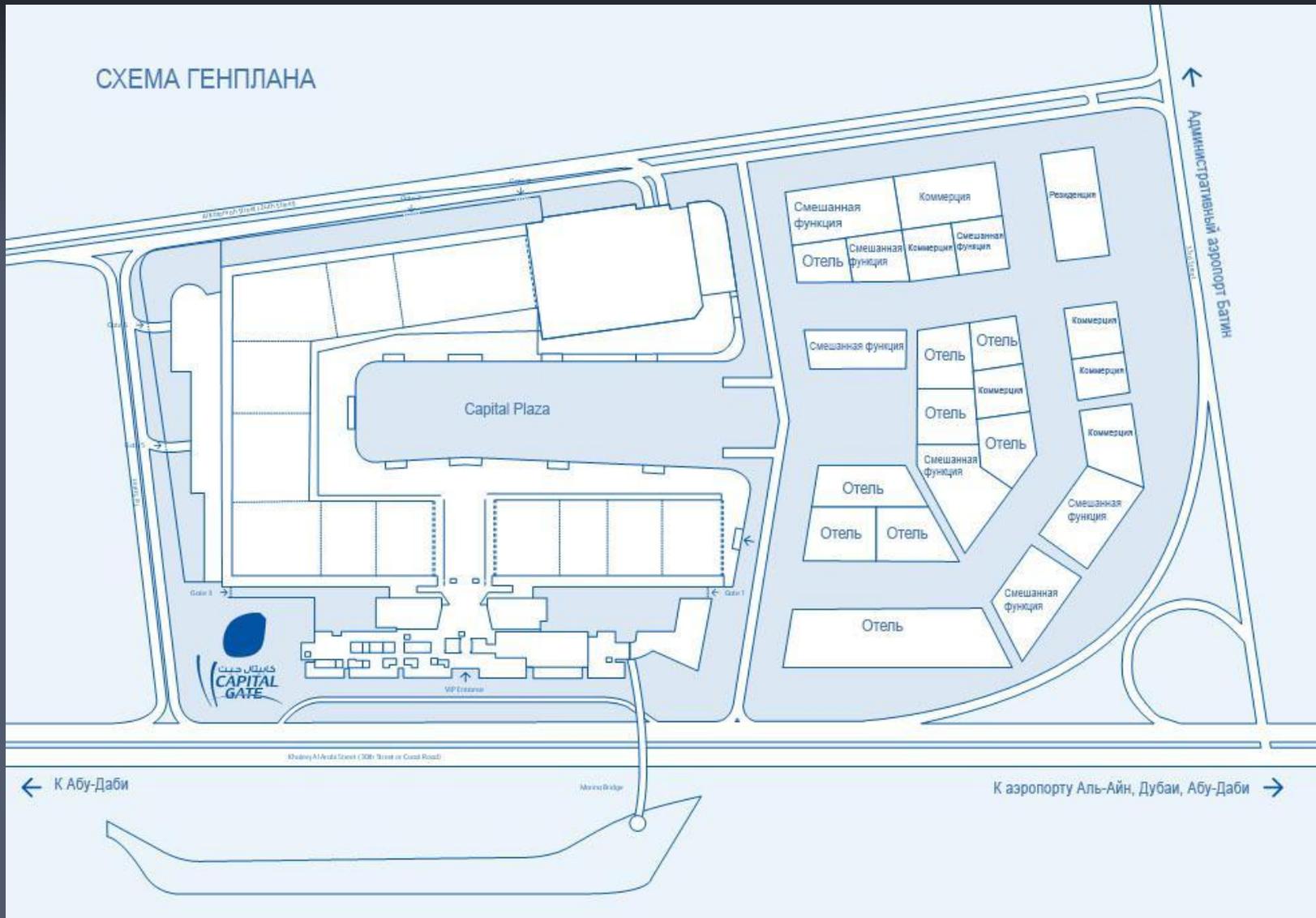
# Capital Gate, Абу-Даби, ОАЭ

- **Владелец и застройщик:** Abu Dhabi National Exhibitions Company,
- **Арх. бюро:** RMJM
- Здание является СИМВОЛОМ НОВОГО бизнес-района Capital Center.



# Capital Gate, Абу-Даби, ОАЭ

- Здание расположено рядом с символом Ближнего Востока – **Национальным выставочным центром Абу-Даби.**



# Capital Gate, Абу-Даби, ОАЭ

## Функциональное назначение

- 36 этажей, на которых находятся:
- 1-18 – офисные помещения
- 19-33 этажи – 5-звёздочный отель Hyatt (внутренняя площадь около 20 тыс. м кв.)

РАЗРЕЗ ПО ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ЗОНАМ



# Capital Gate, Абу-Даби, ОАЭ

- Небоскреб был внесен в Книгу рекордов Гиннеса как здание с самым большим наклоном в мире.

- Отклонение от вертикальной оси составляет  $18^\circ$ .



# Capital Gate, Абу-Даби, ОАЭ

## Фундамент.

- Укреплен 490 сваями на глубине 20-30 м.
- Сваи испытывают сжимающие усилия со стороны вылета, с противоположной – усилия растяжения.
- Сверху сваи соединены монолитным железобетонным ростверком.

# Capital Gate, Абу-Даби, ОАЭ

- **Конструктивная система:** ствольно-оболочковая.
- Функцию внешней несущей оболочки выполняет диагональная решётка *«diagrid»*, которая также формирует силуэт здания.



# Capital Gate, Абу- Даби, ОАЭ

- На начальном этапе строительства стволу был задан расчетный наклон 350 мм.



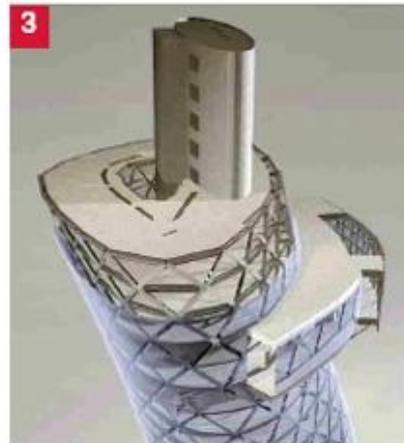
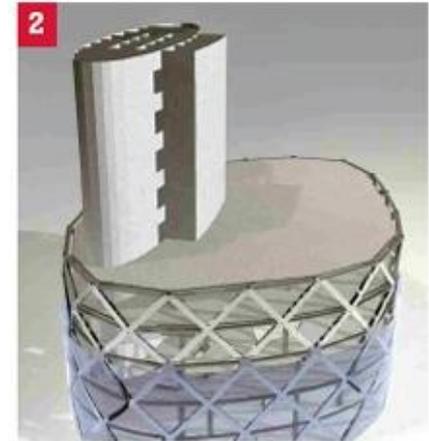
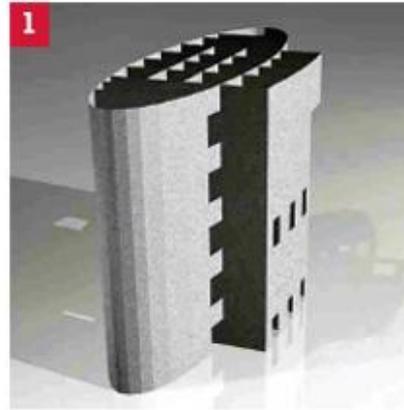
# Capital Gate, Абу-Даби, ОАЭ

- По мере увеличения этажей ядро было приведено в вертикальное положение.



# Capital Gate, Абу-Даби, ОАЭ

- Первые 12 этажей не имеют кривизны. Следующие уровни располагаются с постепенным увеличением выступов от 30 до 140 см.
- Ядро армировано стержнями.

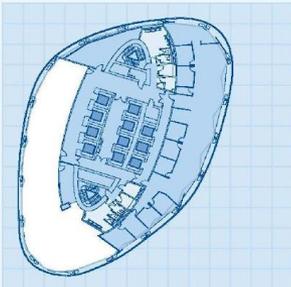


# Capital Gate, Абу-Даби, ОАЭ

- План каждого этажа, таким образом, отличен от другого.

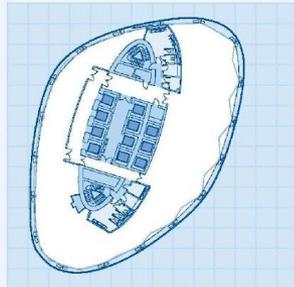
УРОВЕНЬ 16

353 М<sup>2</sup>



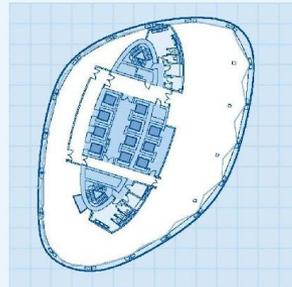
УРОВЕНЬ 15

1,029



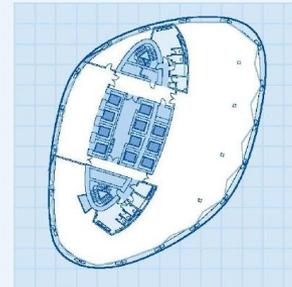
УРОВЕНЬ 14

1,025



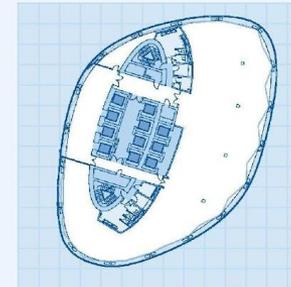
УРОВЕНЬ 13

1,047 М<sup>2</sup>



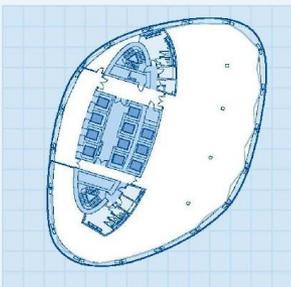
12

1,040



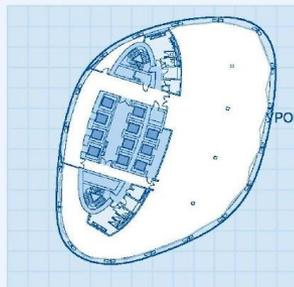
УРОВЕНЬ 11

1,056 М<sup>2</sup>



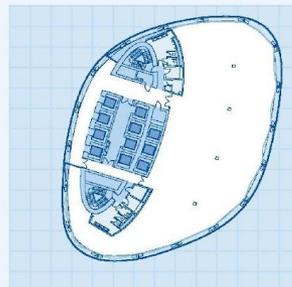
УРОВЕНЬ 10

1,041 М<sup>2</sup>



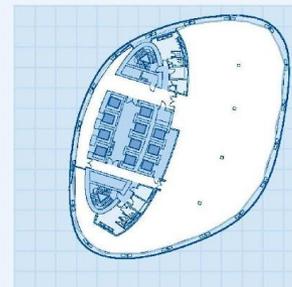
УРОВЕНЬ 09

1,040 М<sup>2</sup>



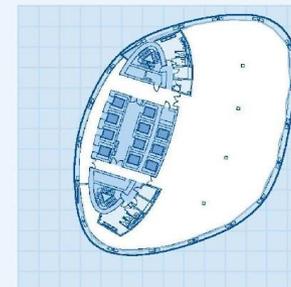
УРОВЕНЬ 08

1,025 М<sup>2</sup>



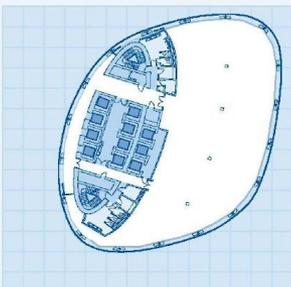
07

1,033



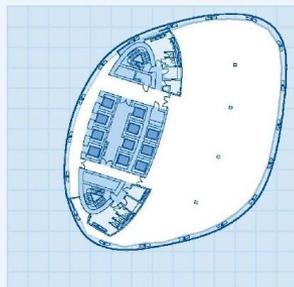
УРОВЕНЬ 06

1,024 М<sup>2</sup>



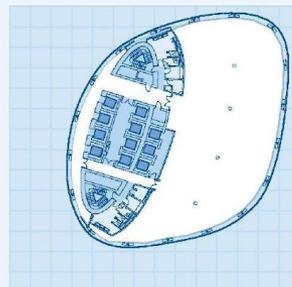
УРОВЕНЬ 05

1,027 М<sup>2</sup>



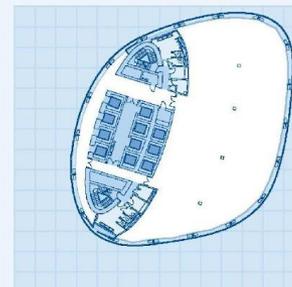
УРОВЕНЬ 04

1,012 М<sup>2</sup>



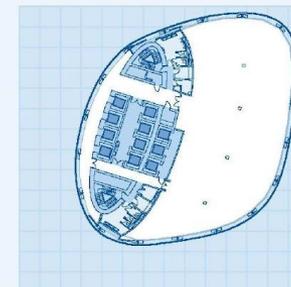
УРОВЕНЬ 03

1,008 М<sup>2</sup>



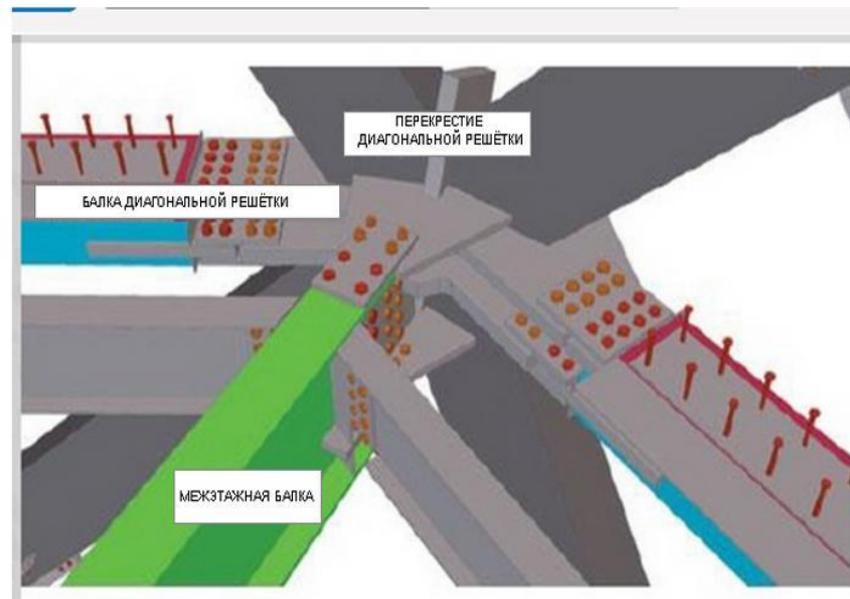
02

994



# Capital Gate, Абу-Даби, ОАЭ

- Конструкция перекрытий формируется стальными балками, соединяющими ядро и внешнюю диагональную решётку.



# Capital Gate, Абу-Даби, ОАЭ

- Диагональная решётка соединяется с балками на уровне плит перекрытия.
- 720 таких секций создают внешнюю диагональную решётку.



# Capital Gate, Абу-Даби, ОАЭ

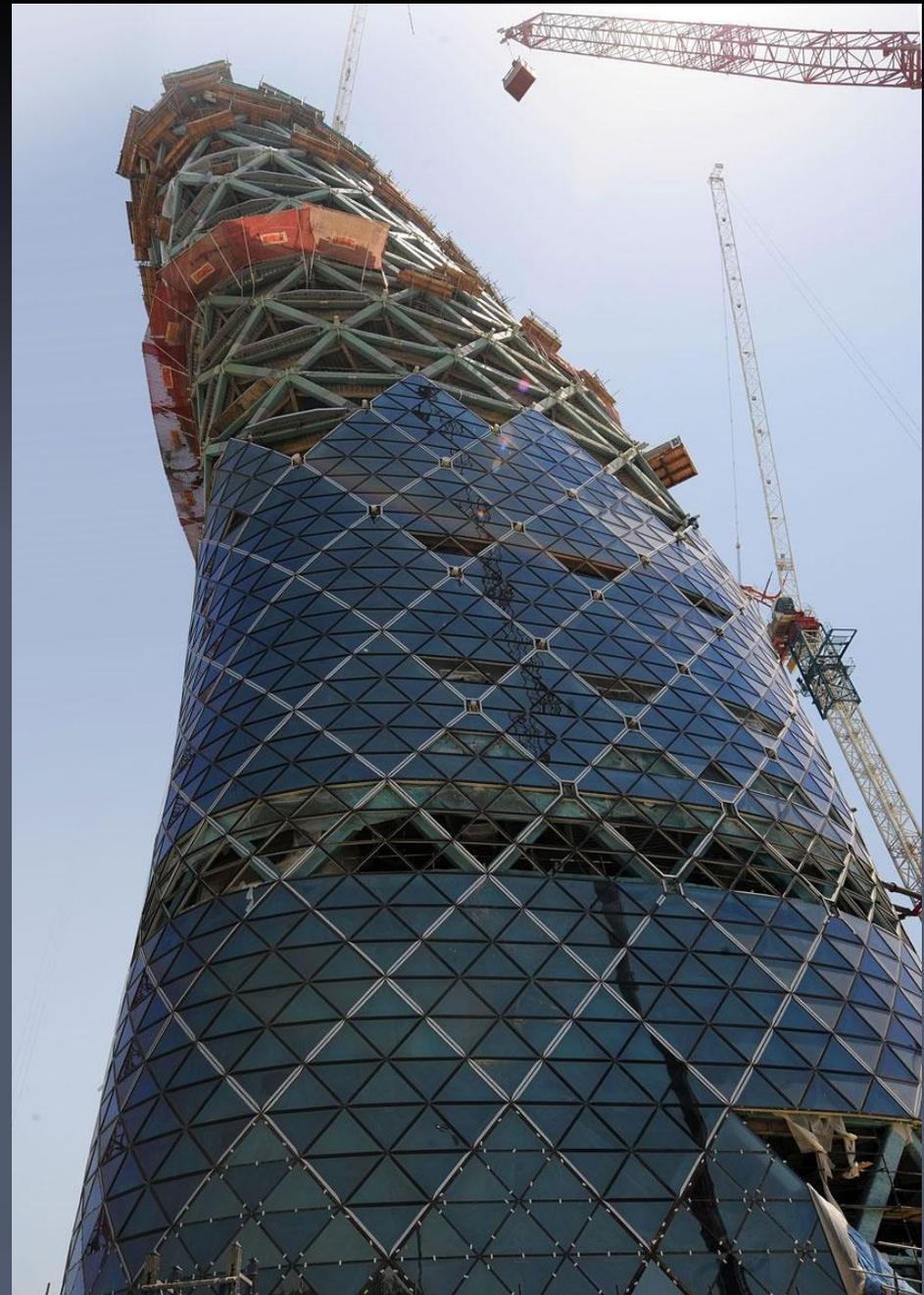
- В Абу-Даби господствуют слабые ветры, которым башня противостоит с помощью густой сети ядровых стен и консольных балок на 17-м техническом уровне.
- Солнцезащита в виде отдельной системы.
- Округлая форма способствует сопротивлению кручению.
- Массивное бетонное кольцо балок передаёт вес диагональной решётки на фундамент.



Capital Gate,  
Абу-Даби, ОАЭ

## *Ограждение*

- Поверх решётки смонтированы 728 стеклянных панелей.



# Capital Gate, Абу-Даби, ОАЭ

- Каждая панель состоит из 18 стекол и весит около 5 т. Всего на фасаде башни — 12,5 тыс. стекол.



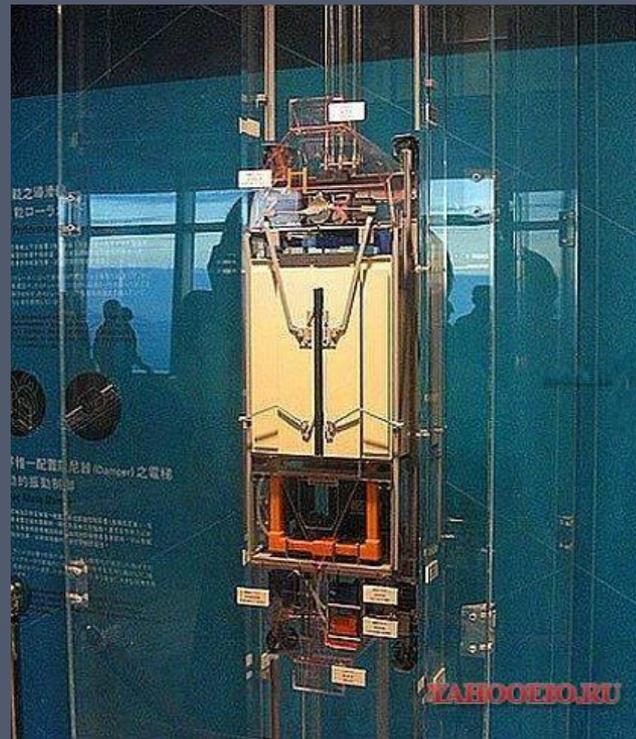
# Таіреі 101, Тайбэй, Тайвань, Китай

- В 2006 году Newsweek Magazine назвал этот небоскреб одним из семи новых чудес света.
- Одно из технических чудес света в 2005 году – по версии телеканала Discovery.



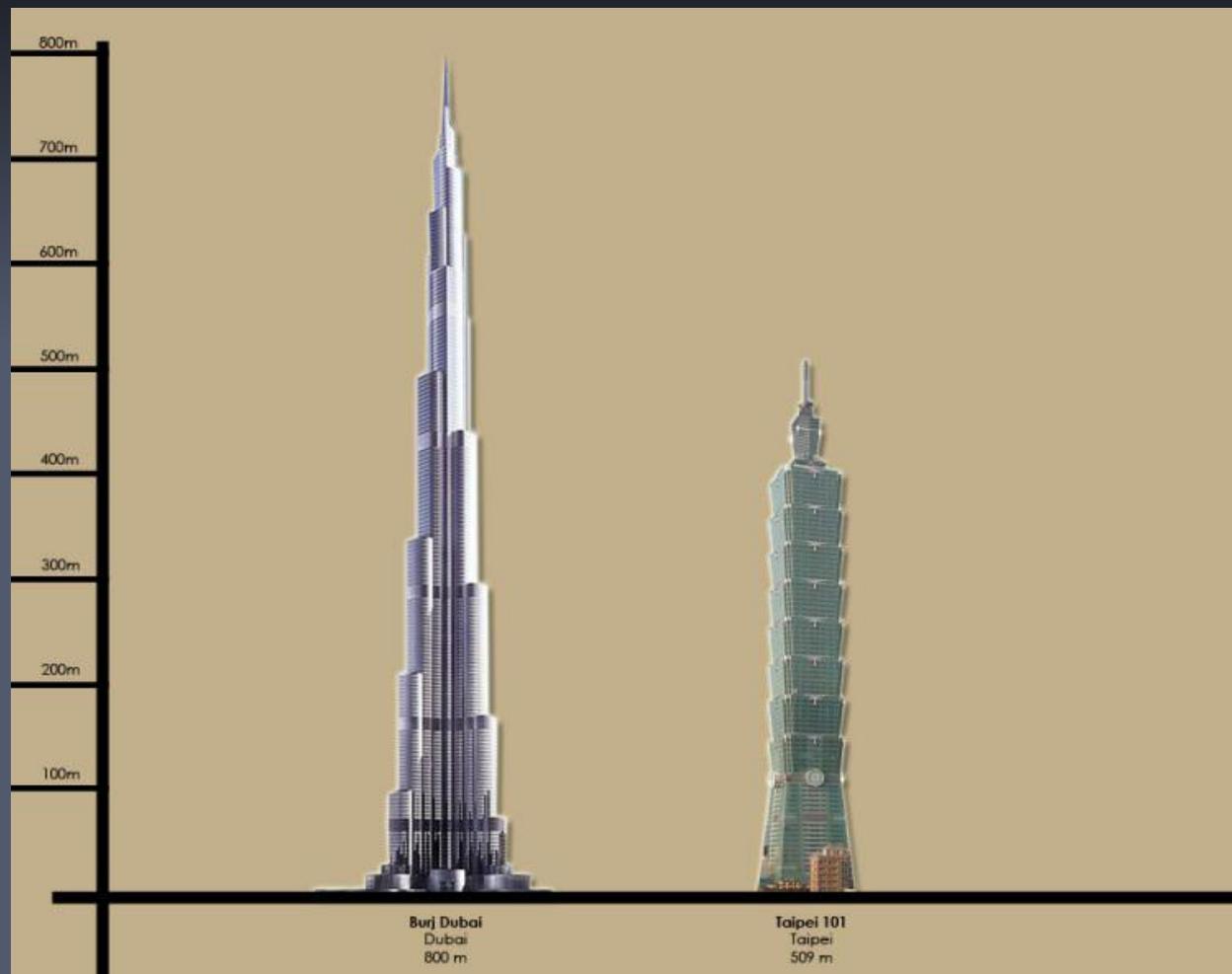
# Таіреї 101, Тайбэй, Тайвань, Китай

- В здании находятся самые быстрые в мире лифты и крупнейший в мире инерционный сферический демпфер.



## Таиреі 101, Тайбэй, Тайвань, Китай

- До 2010 года, пока не был введён в эксплуатацию небоскрёб Бурдж-Халифа, Тайбэй 101 считалось самым высоким зданием в мире: высота 509,2 м (вместе со шпилем).



# Таіреі 101, Тайбэй, Тайвань, Китай

- **Архитектура:**

C.Y. Lee & Partners

- **Владелец:** Taipei

Financial Center  
Corporation

- **Зайстройщик:**

KTRT Joint Venture,  
Samsung  
Engineering &  
Construction.

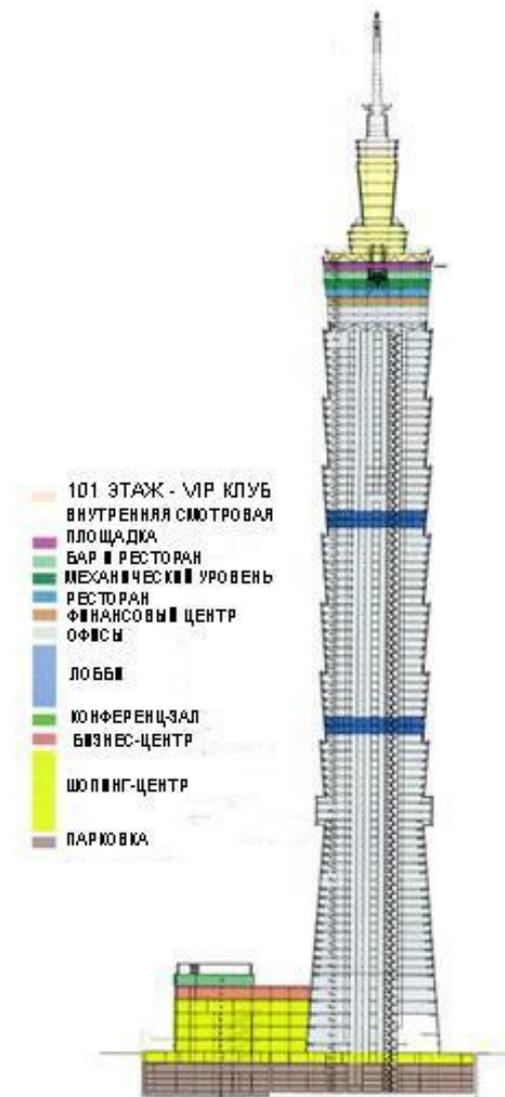


# Таиреі 101, Тайбэй, Тайвань, Китай

- На сто одном этаже, общая внутренняя площадь которых составляет 412500 м<sup>2</sup>, расположился финансовый бизнес-центр.



ЮЖНЫЙ ФАСАД



РАЗРЕЗ

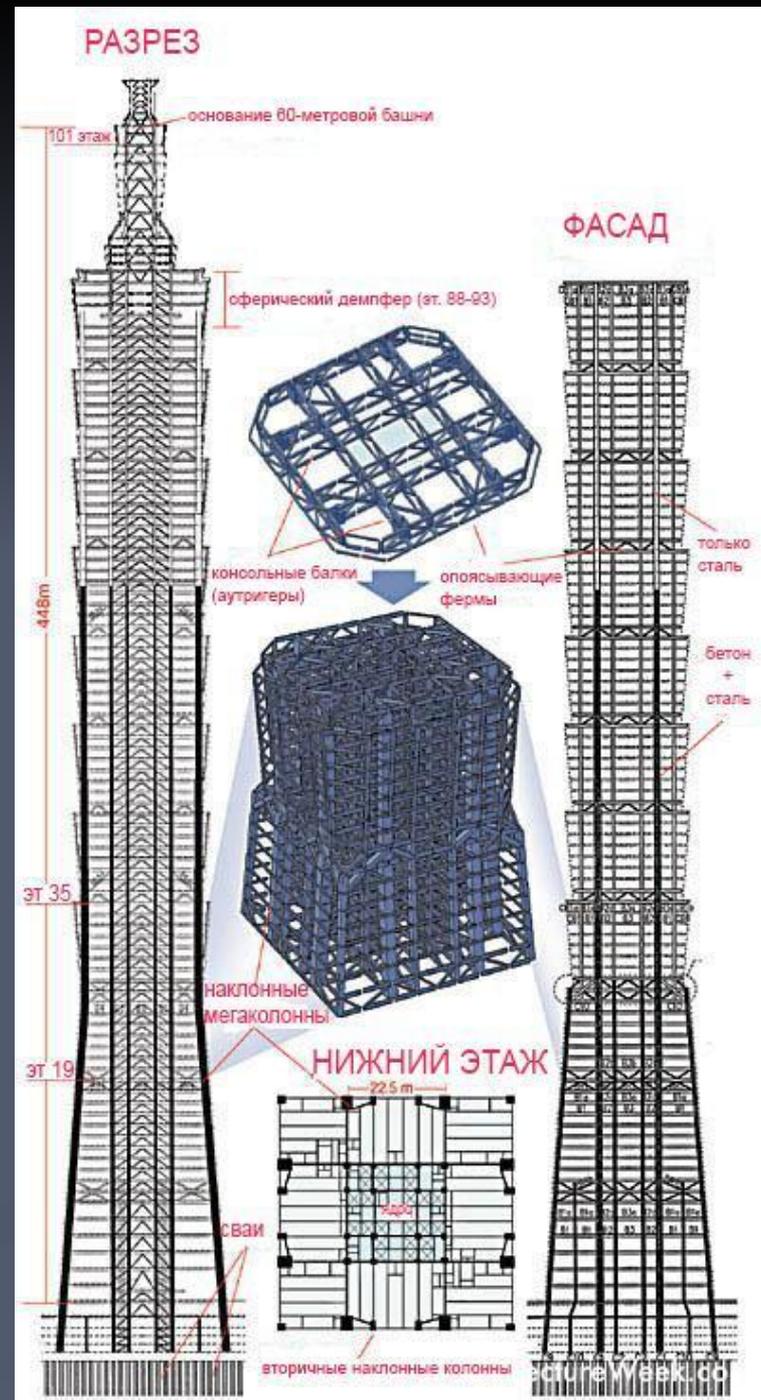
# Таиреі 101, Тайбэй, Тайвань, Китай

## *Фундамент*

- 380 свай, часть из которых забито на 30 м и достигает *скального основания*.
- Каждая свая имеет диаметр 1,5 метра и может нести нагрузку в 1000-1300 тонн.
- 31 марта 2002 в Тайбэе произошло *землетрясение силой 6,8 балла*. Обследование показало, что никакого вреда землетрясением башне причинено не было, и строительство возобновилось.

Таиреі 101, Тайбэй,  
Тайвань, Китай

- **Конструктивн  
ая система  
небоскрёба** –  
каркасно-  
ствольная.
- Здание имеет  
101 надземных  
этажей и 5  
подземных.
- Здание состоит  
из 8 отчетливых  
ярусов по 8  
этажей в  
каждом,  
расположенных  
над 25 этажной  
базовой частью.



## Таіреі 101, Тайбэй, Тайвань, Китай

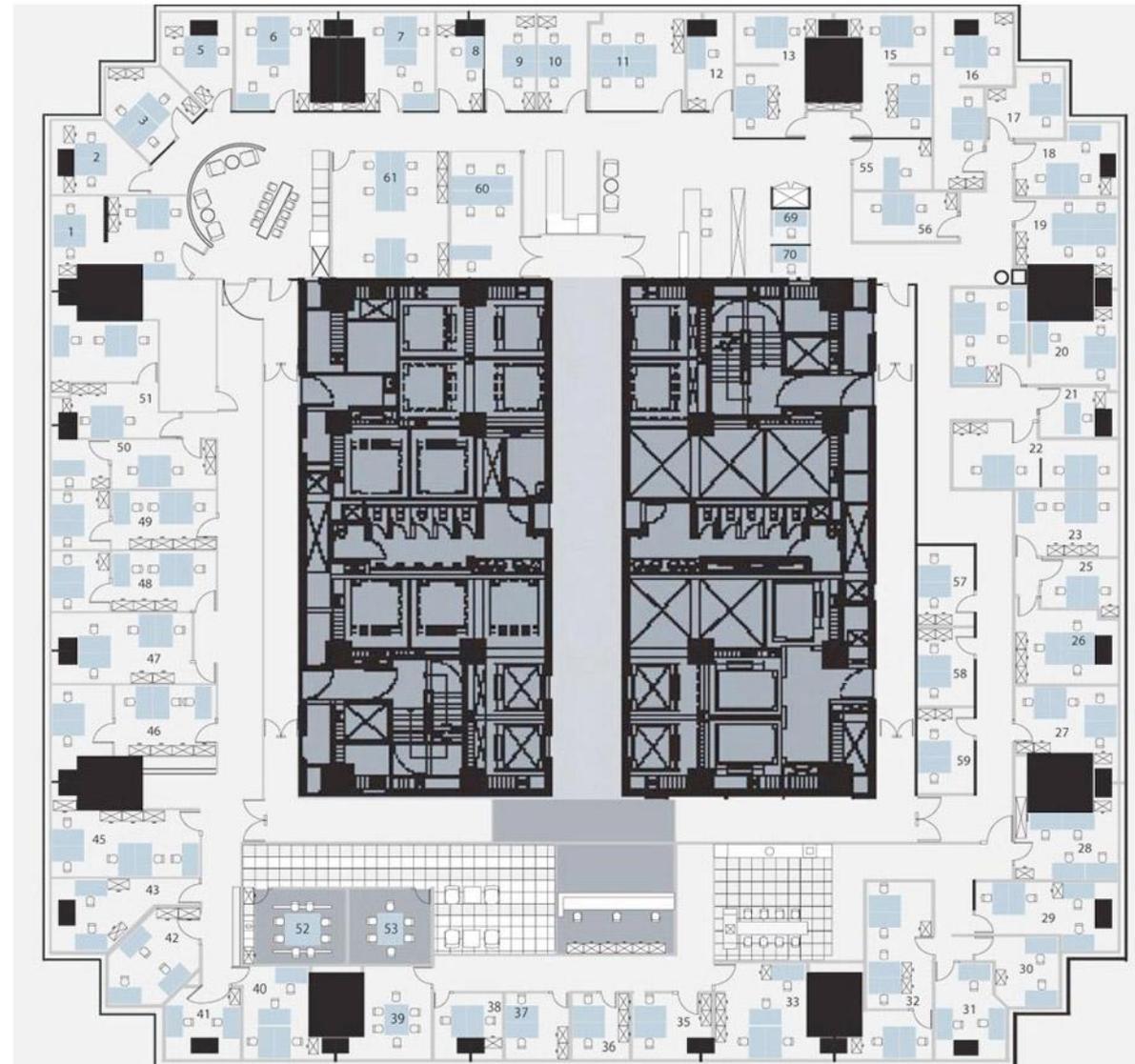
- С одной стороны требовалось спроектировать гибкую конструктивную систему, с другой – придать зданию прочность, чтобы предотвратить поперечные смещения (боковой сдвиг) от ветровой нагрузки.



Таиреі 101, Тайбэй,  
Тайвань, Китай

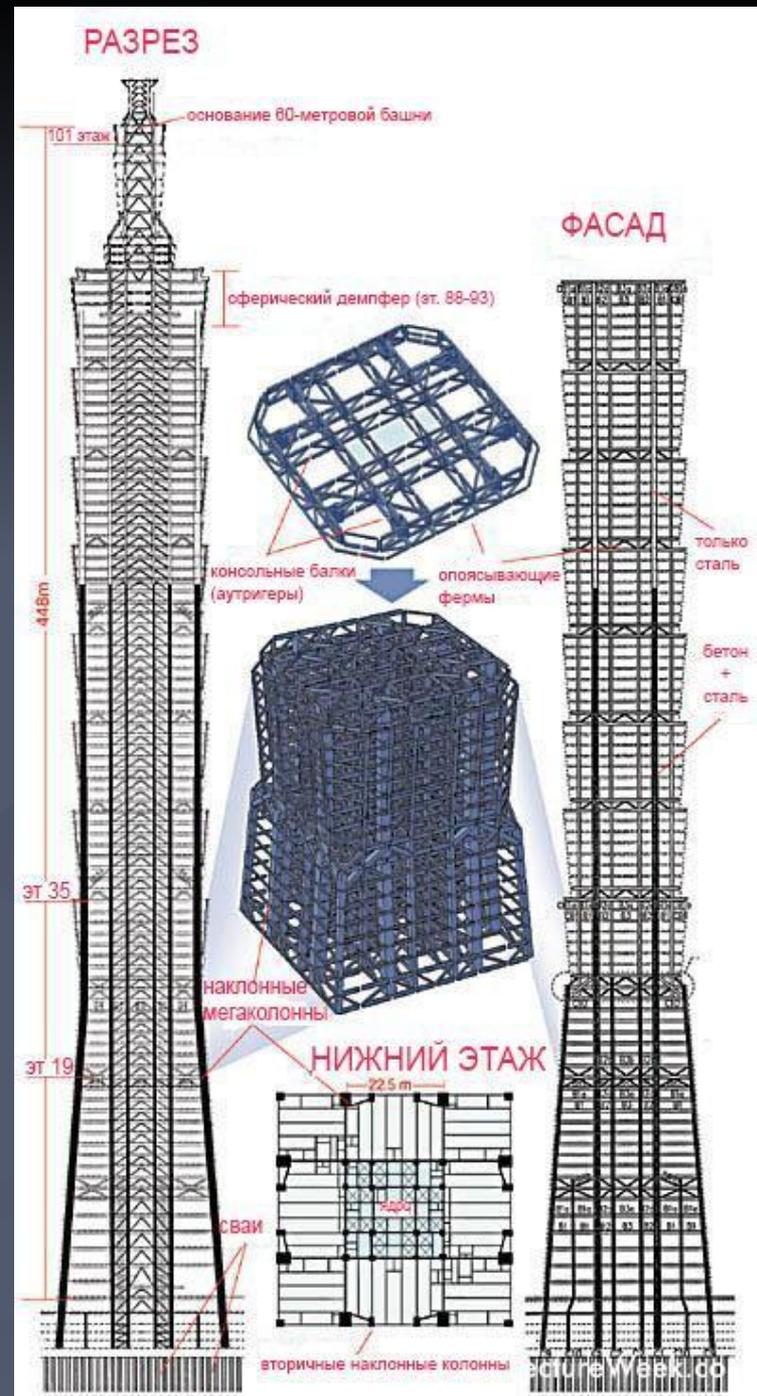
- 4 пары сверхмощных колонн размером 2,4\*3 м в поперечном сечении, по одной в каждую сторону, и сердцевина из 16 колонн вместе удерживают здание в вертикальном положении.

## ПЛАН ТИПОВОГО ЭТАЖА



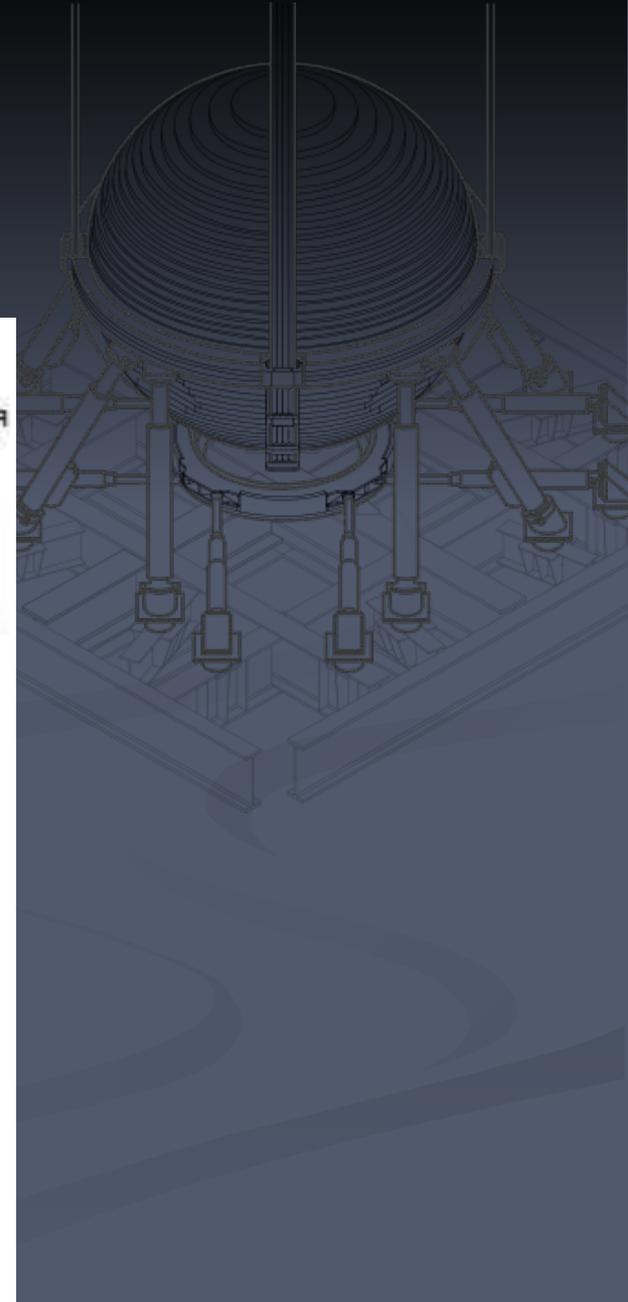
# Таиреи 101, Тайбэй, Тайвань, Китай

- Между 35 и 77 этажами бетонные колонны, взятые в стальной корпус, всё сильнее уменьшаются в толщине, а выше 66 этажа становятся сплошь стальными.
- Через каждые 8 этажей расположен технический отсек, в котором находятся пересекающиеся стальные аутригерные фермы.



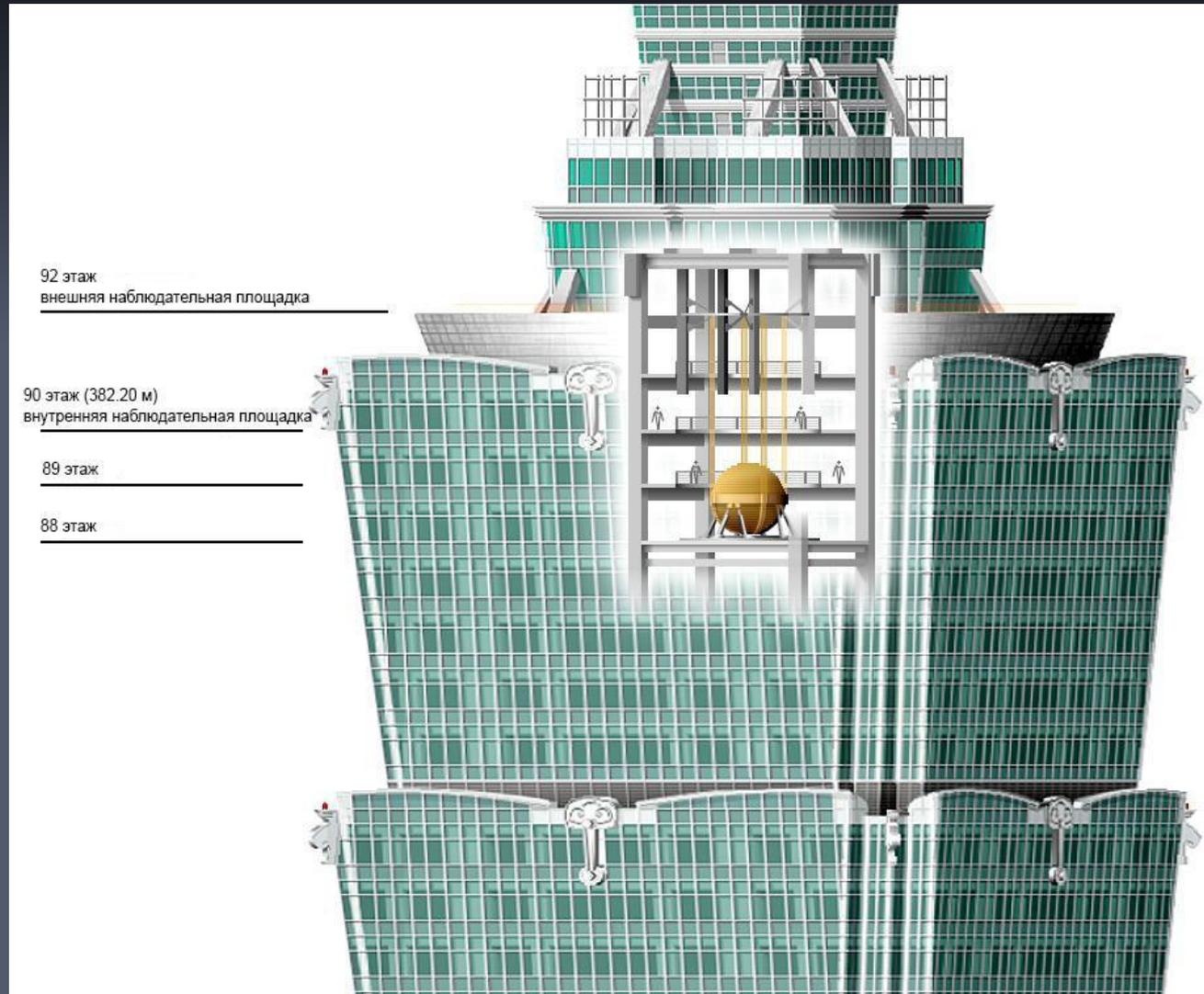
# Таиреі 101, Тайбэй, Тайвань, Китай

- Демпфер представляет собой 800 т маятник, закреплённый на 93 этаже.
- На уровне горизонтальной средней линии к шару прикреплены восемь вязкостных демпфирующих устройств.



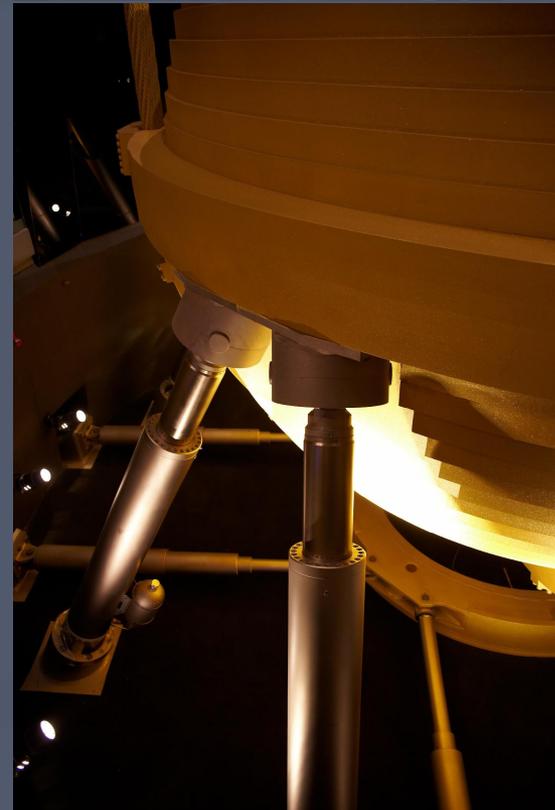
# Таиреі 101, Тайбэй, Тайвань, Китай

■ При нормальных условиях амплитуда колебаний находится в пределах 10 см. В случае катастрофической силы землетрясения или тайфуна шар будет раскачиваться с амплитудой 1,5 м.



Таиреі 101, Тайбэй,  
Тайвань, Китай

- Это первый  
особо  
настроенный  
монолитный  
демпфер,  
открыто  
включаемый  
архитектором  
в интерьер  
здания.



# Таиреі 101, Тайбэй, Тайвань, Китай

- Лифты поднимаются со скоростью *16 м/сек*, спускаются со скоростью *10 м/сек*. Всего в здании находятся 61 лифтов, включая двухэтажные и 2 скоростных смотровых лифта.

СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ЛИФТОВ

СМОТРОВЫЕ ЛИФТЫ



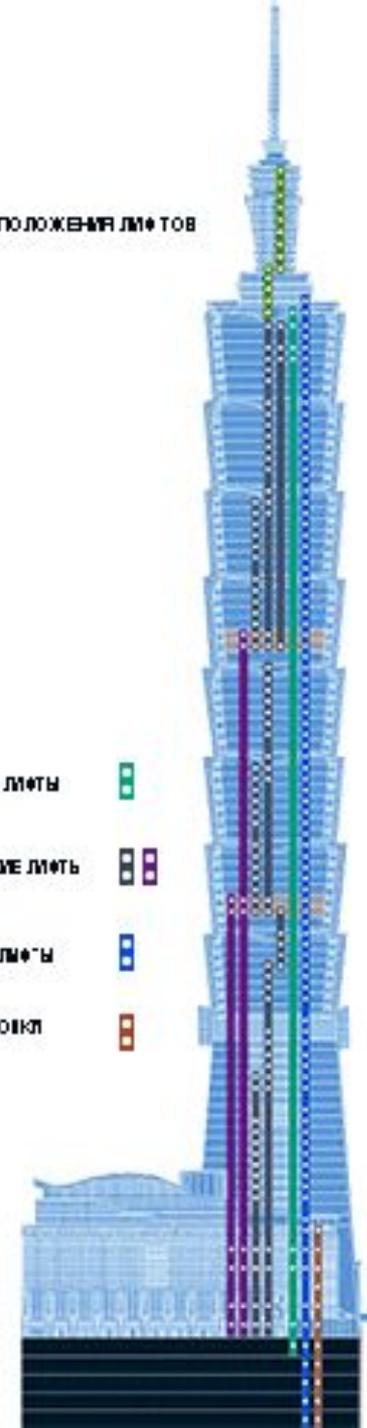
ПАСАЖИРСКИЕ ЛИФТЫ



СЛУЖЕБНЫЕ ЛИФТЫ

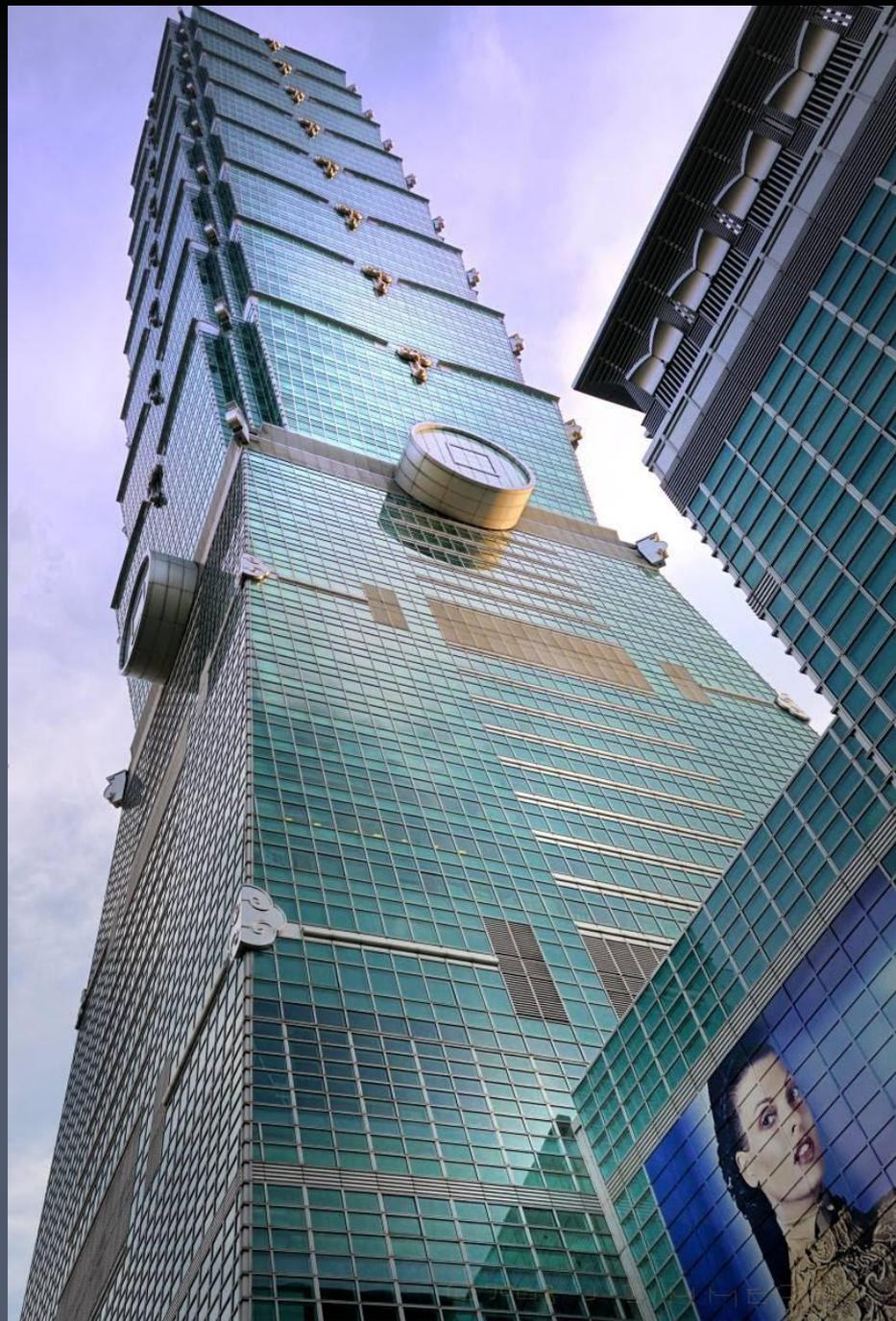


ЛИФТЫ ПЕРЕКОНКА



## Таиреі 101, Тайбэй, Тайвань, Китай

- *Ограждения.*  
Башня покрыта  
двойным  
остеклением  
характерного сине-  
зелёного цвета.  
Оно защищает  
сотрудников от  
жары и  
ультрафиолета.



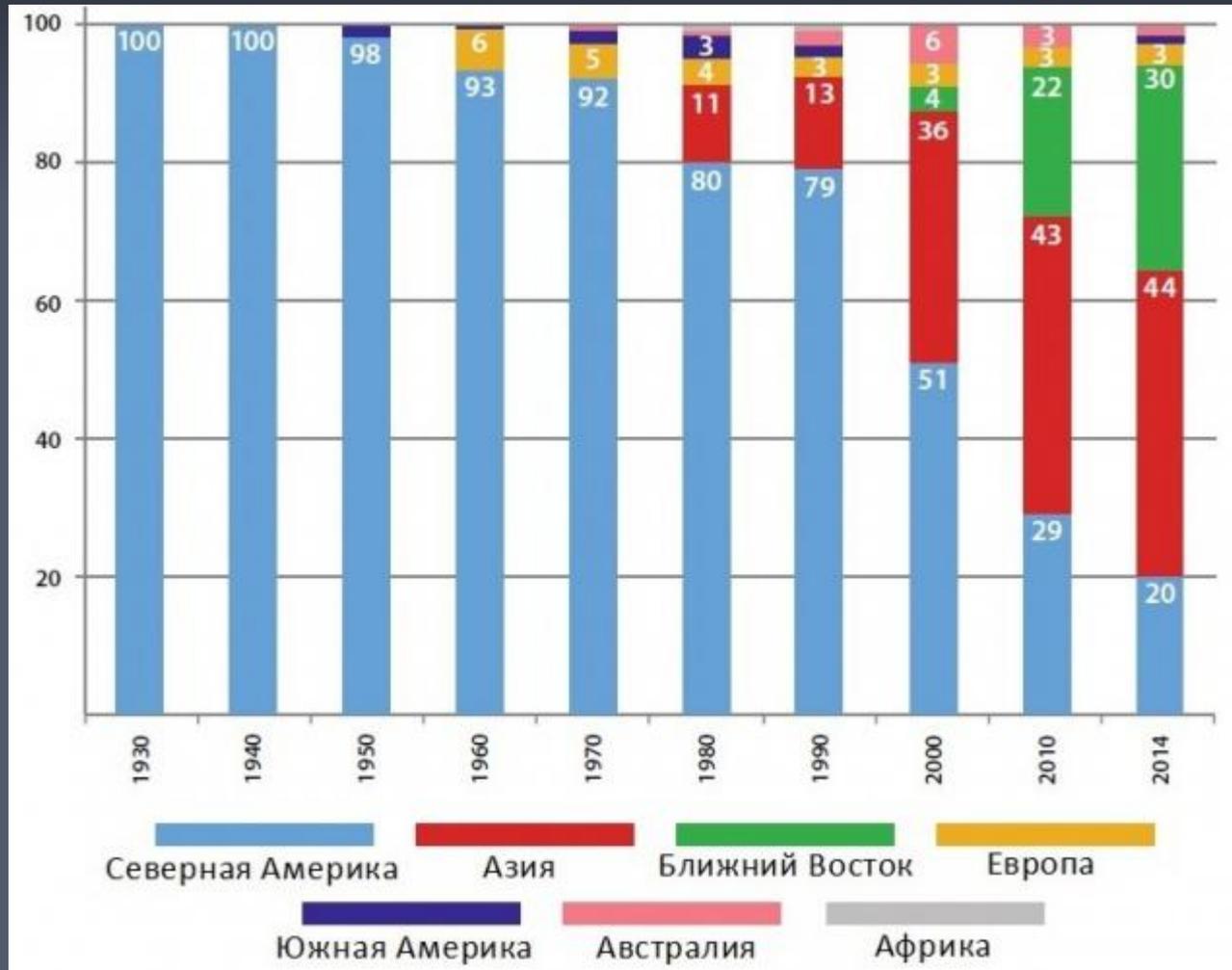
- Процентное соотношение бизнес-зон, пространств смешанного пользования, помещений отелей и резиденций относительно равномерно распределено между собой.



**100 tallest buildings by function**



- Смещение концентрации высотного строительства в восточном направлении – Азия и Ближний Восток занимают лидирующие позиции;



- Среди конструктивных материалов широко используются композиты, приближаясь в процентном соотношении к бетону. Применение стальных конструкций, напротив, стремится к сокращению.

