

# Физика в архитектуре

Подготовили студенты  
811 группы:  
Макарова Анна  
Ложкина Татьяна

# Что такое «Архитектура» ?

- Архитектура - (лат. architectura - от греч. architekton - строитель)(зодчество), ИСКУССТВО проектировать и строить здания и др. сооружения (также их комплексы), создающие материально организованную среду , необходимую людям для их жизни и деятельности, в соответствии с назначением, современными техническими возможностями и эстетическими воззрениями общества. Как вид искусства архитектура входит в сферу духовной культуры, эстетически формирует окружение человека, выражает общественные идеи в художественных образах.

# Кто такой «Архитектор»?

- Архитектор — специалист, занимающийся архитектурным проектированием, то есть разработкой планов зданий, их фасадов — в целом и в деталях, а также внутренних пространств.

# Задача архитектора

- Основная задача архитектора — выработка новых архитектурных идей, основанных на трех извечных принципах — «Польза — Прочность — Красота», то есть создание удобной в пользовании и красивой по облику архитектуры. Таким образом, архитектор — это в некотором смысле «специалист по красоте».



- **Сила художественных образов архитектуры постоянно влияет на человека, ведь вся его жизнь проходит в ее окружении. Архитектурные работы часто воспринимаются как культурные или политические символы, как произведения искусства. Архитектура позволяет выполняться жизненным функциям общества, в то же время направляет жизненные процессы. Однако архитектура создается в соответствии с возможностями и потребностями людей.**





- Все исторические цивилизации характеризуются своими архитектурными достижениями
- Древний Египет



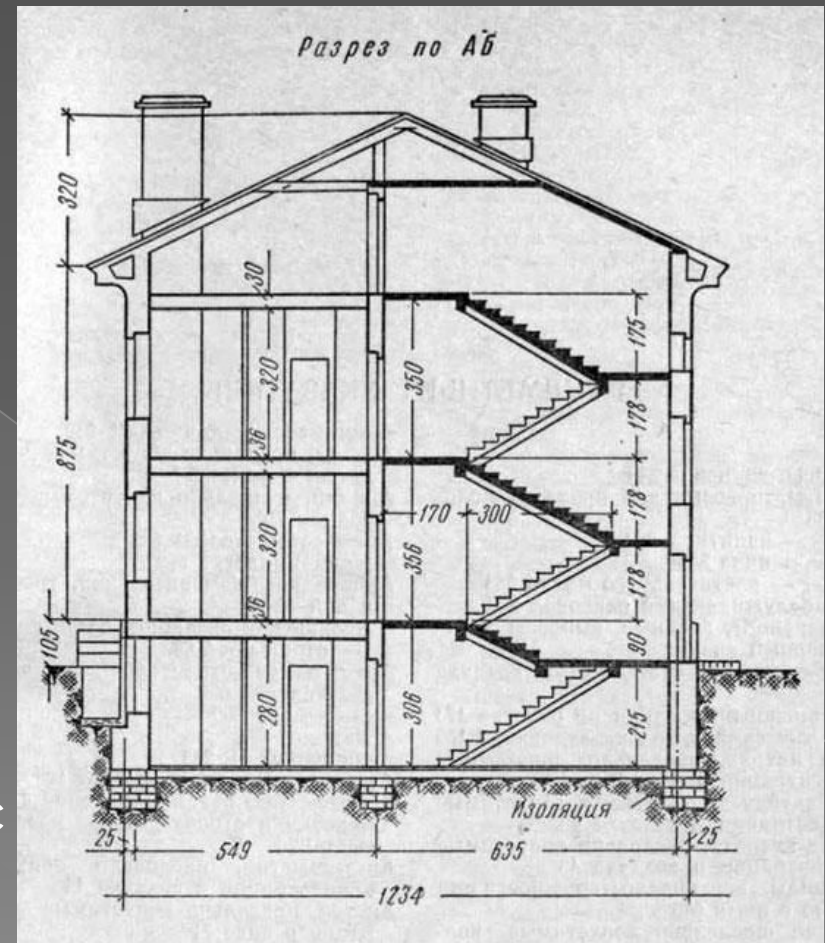
Древний Рим



Древняя Греция



- Кроме рациональной планировки помещений, соответствующим тем или иным функциональным процессам удобство всех зданий обеспечивается правильным распределением лестниц, лифтов, размещением оборудования и инженерных устройств (санитарные приборы, отопление, вентиляция). Таким образом, форма здания во многом определяется функциональной закономерностью, но вместе с тем она строится по законам красоты.





# Что должен знать архитектор?

- Воплощая свой замысел, архитектор должен знать многие физические свойства строительных материалов: плотность и упругость, прочность и теплопроводность, звукоизоляционные и гидроизоляционные параметры, функциональные характеристики света и цвета. В основе выбора архитектурной композиции лежат данные многих наук: надо учитывать назначение сооружения, его конструкцию, климат местности, особенности природных условий. Самое важное место среди всех наук занимает физика. Ее влияние сильно возросло в современной архитектуре и строительстве.

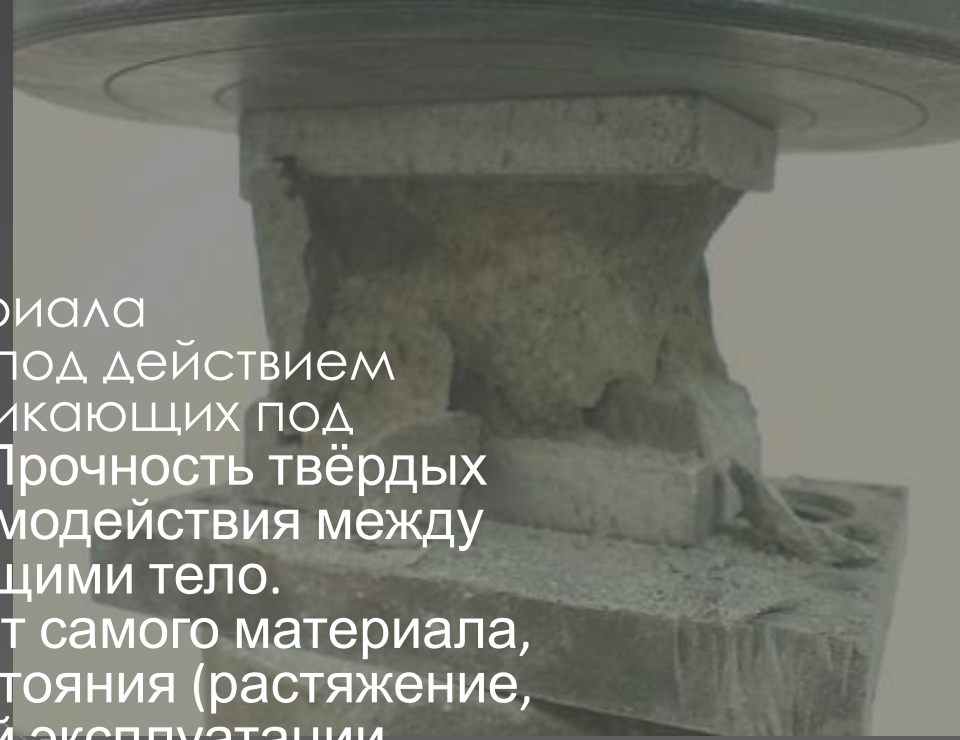


# Физические свойства строительных материалов

- Прочность
- Устойчивость
- Жёсткость конструкции
- Звукоизоляция
- Теплопроводность

# Прочность

- **Прочность** - свойство материала сопротивляться разрушению под действием внутренних напряжений, возникающих под воздействием внешних сил . Прочность твёрдых тел обусловлена силами взаимодействия между атомами и ионами, составляющими тело. Прочность зависит не только от самого материала, но и от вида напряжённого состояния (растяжение, сжатие, изгиб и др.), от условий эксплуатации (температура, скорость нагружения , воздействие окружающей среды и т.д.). В зависимости от всех этих факторов в технике приняты различные меры прочности: предел прочности, предел текучести, предел усталости и др. Повышение прочности материалов достигается термической и механической обработкой, введением легирующих добавок в сплавы, радиоактивным облучением, применением армированных и композиционных материалов.



# Устойчивость

- ◎ Устойчивость равновесия - способность механической системы, находящейся под действием сил в равновесии, почти не отклоняться при каких-либо незначительных случайных воздействиях (лёгких толчках, порывах ветра и т.п.) и после незначительного отклонения возвращаться в положение равновесия.



# Жёсткость конструкции

- ◎ Жёсткость - способность тела или конструкции сопротивляться образованию деформации. Понятие жёсткости широко используется при решении задач сопротивления материалов.

# ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ

- Звукоизоляция - снижение уровня шума, проникающего в помещения извне. Количественная мера звукоизоляции ограждающих конструкций выражается в децибелах. Степень необходимости звукоизоляции перекрытий зависит от характеристик используемых в строительстве материалов и соблюдения всех технологических норм. К примеру, в случае сооружения перекрытий из качественных заводских бетонных плит при тщательном и аккуратном их монтаже звукоизоляция может не потребоваться на протяжении нескольких лет.

# Теплопроводность

- Теплопроводность - свойство пропускать сквозь себя тепловую энергию при разнице температур. Для того, чтобы количественно оценить этот параметр, используют коэффициент теплопроводности (физическая величина равна количеству теплоты, проходящей через материал толщиной 1 м за 1 час). Использование данной характеристики продиктовано необходимостью грамотного подбора типа фасада для создания максимальной теплоизоляции

# Физика и ОАЭ



# Бурдж-Халифа

- Бурдж-Халифа - самое высокое когда-либо существовавшее сооружение в мире. Точная высота сооружения составляет 828 м.







# Особенности

- Для строительства огромного сооружения был специально разработан специальный вид предварительно напряжённого железобетона, который выдерживает температуру до  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Бетон заливался только ночью, а в раствор добавлялся лёд. Главной отличительной особенностью такого бетона является преодоление неспособности бетона сопротивляться значительным растягивающим напряжениям.
- Бетонные работы были завершены после возведения 160 этажа, далее шла сборка 180-метрового шпиля из металлических конструкций.
- Наибольшая высота нагнетания бетонной смеси – 601,0 м (предыдущий рекорд – 449,2 м у небоскрёба «Тайбэй 101»)

- Стёкла не пропускают пыль и отражают солнечные лучи, позволяя поддерживать оптимальную температуру в здании. Площадь поверхности здания примерно равна площади 17 футбольных полей. Стёкла «Бурдж-Халифа» ежедневно моют, но на мойку всей поверхности требуется около трёх месяцев.
- Система кондиционирования небоскрёба также является уникальной — воздух прогоняется снизу вверх по всей высоте башни, а для охлаждения используется морская вода и подземные охлаждающие модули .
- Воздух внутри здания не только охлаждается, но и ароматизируется благодаря специальным мембранам. Этот аромат был создан специально для «Бурдж-Халифа». Ароматный и свежий воздух подается через специальные решетки в полу.

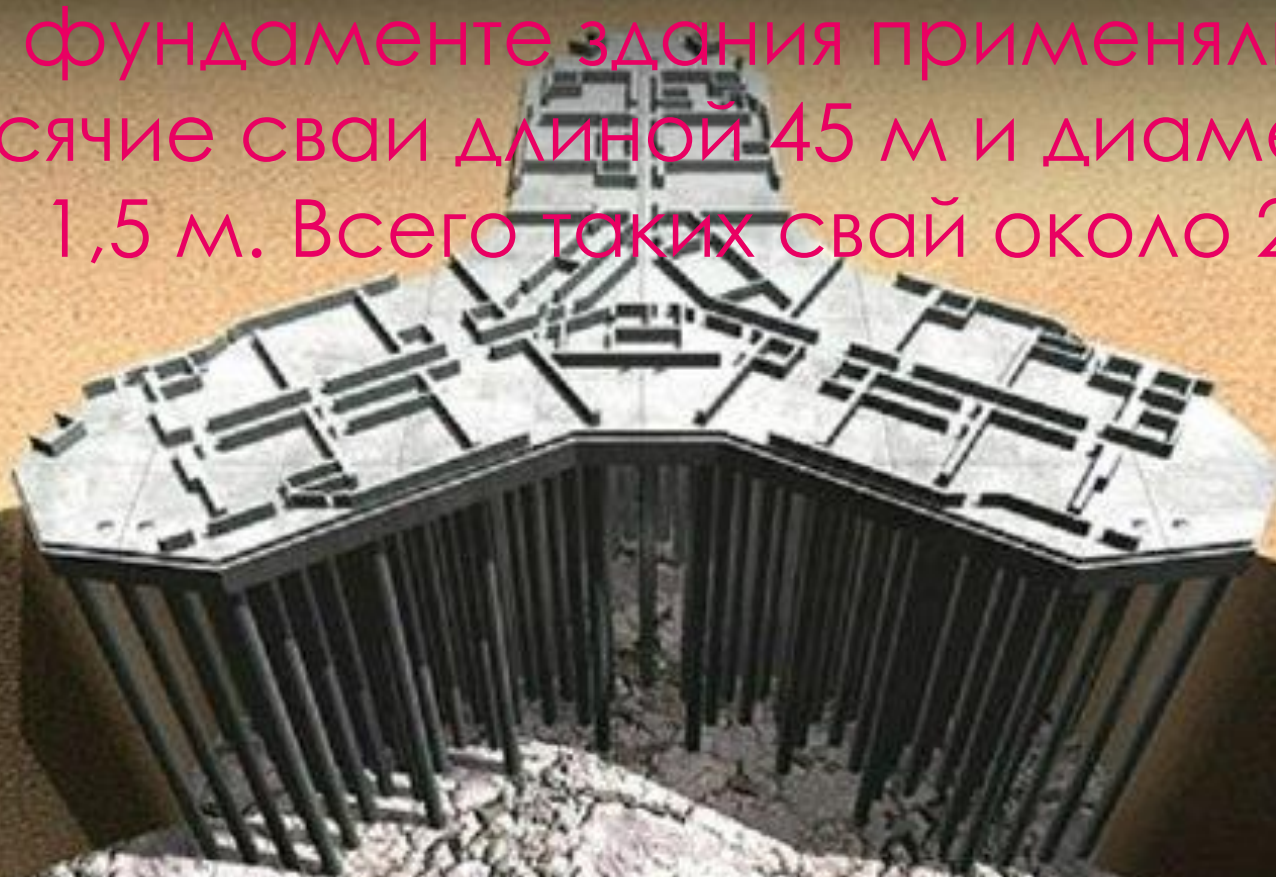


- Форма здания асимметрична, чтобы уменьшить эффект раскачивания от ветра. Здание отделано тонированными стеклянными термопанелями, уменьшающими нагрев помещений внутри (в Дубае бывают температуры свыше  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), что уменьшает необходимость в кондиционировании.



## ○ Фундамент

В отличие от нью-йоркских небоскрёбов фундамент «Бурдж-Халифа» не закреплён в скальном грунте. В фундаменте здания применялись висячие сваи длиной 45 м и диаметром 1,5 м. Всего таких свай около 200





- «Бурдж-Халифа» сможет выдерживать землетрясения магнитудой до 6 баллов по шкале Рихтера благодаря своему массивному железобетонному каркасу. Однако перед инженерами возникла проблема.

На месте строительства «Бурдж-Халифа» скальная порода залегает неглубоко, но она очень плохого качества, хрупкая, содержит много трещин и, соответственно, не способна удерживать большой вес. Возведение сверхвысокого здания на песках пустыни потребовало особых подходов. Пришлось бурить скважины на глубину 50 м, что является практически пределом возможностей вращательного бура в данном месте. Но главные трудности начались после того, как бур был извлечён из скважины.

- Порода под «Бурдж-Халифа» хрупкая и насыщена грунтовыми водами, поэтому любая крупная скважина сразу начинает обваливаться. Во избежание этого скважины заполняли вязкой полимерной смолой, которая вытесняла воду и обломки породы к краям, оставляя центр скважины свободным. Этот сиропообразный полимер плотнее воды, но легче бетона. Впоследствии бетон вытеснял смолу и, застывая, образовывал сваи фундамента. Единую систему формируют 200 висячих свай диаметром 1,5 м. Они не дают зданию весом в 500 000 т уйти под землю и придают ему устойчивость. За время строительства здание осело всего на 30 мм, что ничтожно мало для сооружений таких размеров.

# Устойчивость к воздействию ветра

- Чем выше стальной каркас здания, чем больше оно подвержено воздействию ветра. В своё время решение было найдено – металлический каркас выносится наружу, создавая своего рода внешний скелет здания. Но при высоте 800 м жёсткий внешний скелет уже не может достаточно эффективно противостоять ветру. Для того чтобы избавить обитателей верхних этажей от морской болезни, архитекторы обращаются к аэродинамическим решениям самого продвинутого уровня. Модели здания продували в аэродинамической трубе более 40 раз.

Сильный ветер чрезвычайно опасен для небоскрёба. Поток воздуха, обтекающий здание, образует мини-смерчи и вихри. Возникающие при этом области низкого давления тянут здание в стороны. И чем выше здание, тем более опасными становятся эти вихри. Огромные силы, которые они порождают, перпендикулярны направлению ветра. Поэтому если здание упадёт от ветра, то, скорее всего, оно рухнет не по направлению ветра, а в сторону. Вместо борьбы с ветром архитекторы применили оригинальное решение и, уходя от плоских и прямоугольных форм, они обратились к более непредсказуемым.

Секции башни спроектированы так, чтобы отклонять башню в разные стороны. Это разрушает мощь вихрей. Обдувая здание «Бурдж-Халифа», ветер никогда не образует единого потока. Вокруг каждой части здания вихри движутся с различной скоростью.

## Система сбора дождевой воды

- Во всём мире в качестве одной из зелёных технологий применяется система сбора дождевой воды для последующего её использования на различные хозяйственно-бытовые нужды и на полив зелёных насаждений. В Дубае дождей практически не бывает. Незначительные осадки выпадают в зимний период, поэтому организовывать сбор дождевой воды неразумно. Но жаркий и влажный климат в сочетании с высокими потребностями здания в охлаждении обуславливает образование значительного количества конденсата из окружающего воздуха. В здании спроектировали систему сбора конденсата, который по системе трубопроводов доставляется в сборный резервуар в подвальных этажах здания. Собранная вода используется для орошения зелёных насаждений на территории комплекса. Данная система позволяет собирать ежегодно до 40 млн л воды, которая обычно просто теряется в виде отходов эксплуатации, что особенно важно в таком регионе, где вода является ограниченным и крайне ценным ресурсом.

# Оболочка

Панели стен жёсткие, а соединения между ними подвижные. Если кто-нибудь передвинет тяжёлую мебель к внешней стене, пол наклонится и стена опустится вниз, но подвижное соединение компенсирует микросдвиг. Кроме того, подвижные соединения позволяют каждой секции расширяться и сжиматься под воздействием изменяющейся температуры, когда солнце обходит небоскрёб со всех сторон. Суровая сила, которой наружные ограждения здания должны противостоять, – это ветер. Ограждения должны быть ветропылевлагодонепроницаемы.

Вопросу эффективности панелей ограждения было уделено особое внимание. Помимо обеспечения прочности, они выполняют и термозащитную функцию. Отделка небоскрёба началась почти с полугодовым опозданием. Все присылаемые образцы не проходили приёмку по внешним или теплофизическим параметрам. И даже после того как был получен желаемый результат, образцы периодически проходили испытания на прочность перед монтажом. Авиационный двигатель, установленный поблизости, воспроизводил условия пустынной бури. Скорость потока воздуха достигала 75 км/ч.

- Ещё одна суровая сила – зной. Дубай считается одним из самых жарких городов мира – средняя годовая температура там составляет 27,6 °С. Девять месяцев в году дневная температура превышает 30 °С. А с апреля по октябрь температура в 40 °С – привычное дело. И это в тени! А солнце в Дубае светит целый день. Во всех помещениях «Бурдж-Халифа» (за исключением помещений на технических этажах) используется панорамное остекление. В таких экстремальных условиях требования к светопрозрачным наружным ограждениям (тем более в здании топ-класса) особенно высокие. Использование обычного стекла невозможно из-за так называемого оранжерейного эффекта, при котором даже мощные кондиционеры не справляются с охлаждением помещений. Оранжерейный эффект состоит в том, что коротковолновая составляющая солнечного света, проходя сквозь остекление, нагревает интерьер и окружающее пространство.

Поглощённое излучение возвращается во внутреннее окружающее пространство путём конвекции и в виде вторичного теплового излучения. Вторичное излучение тепловой энергии изнутри наружу имеет большую длину волны и удерживается стеклом. Таким образом, солнечное тепло удерживается внутри помещения.

Для «Бурдж-Халифа» использовались специальные термопанели. На термопанель нанесены два защитных слоя на основе металлов, на внешнее и внутреннее стекло соответственно. Внешний слой, подобно солнцезащитному крему, отражает ультрафиолетовое излучение, а внутренний слой на основе серебра препятствует прохождению инфракрасного излучения. Снаружи стекло зеркальное, что скрывает от посторонних (даже от мойщиков окон) внутреннее пространство и придаёт всему зданию цельный металлический образ. В итоге термопанель, частично пропуская видимый свет, блокирует проникновение ультрафиолетового и инфракрасного излучения,



Capital Gate (также известен как Падающая башня Абу-Даби) — уникальный небоскрёб в Абу-Даби





В строительстве небоскрёба применялись новейшие экологические разработки. Стёкла здания блокируют солнечные лучи, тем самым уменьшая потребление электроэнергии на кондиционирование. Волнообразный декор снаружи башни также выполняет функцию защиты от нагрева. Стальной козырёк с южной стороны уменьшает поток солнечного тепла более чем на 30 %.

- Угол наклона здания к западу составляет 18 градусов. Для сравнения: угол наклона знаменитой Пизанской башни равен всего 4 градусам, то есть в 4,5 раза меньше. В июне 2010 года представители Книги рекордов Гиннесса отметили Capital Gate как здание с самым большим углом наклона в мире.

Подобный угол наклона в проекте реализован благодаря своеобразному инженерному подходу: пластины этажей башни накладывались одна на другую строго вертикально до 12 этажа, выше которого они располагались с зазорами от 30 до 140 сантиметров, обеспечивая наклон.

# Пизанская башня России

Башня  
Демидовых.  
Невьянск





Отклонение башни от вертикали — около 1,85 м, причём наибольший наклон наблюдается у нижнего яруса (3° 16'). Дата постройки башни 1721 год. По одной из версий, Акинфий Демидов здесь чеканил фальшивые деньги. По другой — здесь Демидов втайне от государственной казны выплавлял серебро и золото, которое добывалось на его рудниках на Алтае. Неизвестно была наклонная башня изначально так построена или позже наклонилась. Есть еще одна интересность падающей башни — слуховая комната с хитрым сводчатым потолком. Два человека, находящиеся в противоположных углах этой комнаты, и повернувшись лицом к стене, могут шепотом переговариваться друг с другом, при том что в центре комнаты и других углах их слышать никто не будет. Это действительно так. Такое ощущение, что собеседник шепчет тебе прямо в ухо, хотя находится в 5 метрах.



- На самом деле Невьянская падающая башня не считается падающей, так как ее наклон остается неизменным. Правильное ее название — Невьянская наклонная башня.

Конец

