

МОУ Аннинский лицей

# Физика и архитектура

Презентацию подготовили:  
Бойкова Екатерина,  
Денисова Светлана

# План

- Архитектура как искусство проектировать и строить объекты, оформляющие среду обитания человека.
- Каменная архитектура древнего мира и её достижения. Семь чудес света.
- Здания, сооружения и ансамбли, составляющие всемирное культурное наследие: необходимость бережного отношения к памятникам архитектуры.
- Требования к конструктивным элементам зданий и сооружений и их учёт в архитектурной практике и строительстве.
- Проблемы современного градостроительства.
- Какими будут города будущего: некоторые архитектурные идеи.

- Архитектура (латинское *architectura*, от греческого *architekton* — строитель) - искусство проектировать и строить объекты, оформляющие пространственную среду для жизни и деятельности человека. Произведения архитектуры — здания, ансамбли, а также сооружения, организующие открытые пространства (монументы, террасы, набережные и т.п.).
- Сама архитектура относится к той области человеческой деятельности, где особенно прочен союз науки, техники и искусства. В архитектуре взаимосвязаны функциональное, техническое и художественное начала (польза, прочность



Австралия. Гавань в Сиднее.  
Вид на оперный театр — один из символов города.

- Оперный театр Сиднея— один из символов города. Его архитектурная доминанта. В 1954 году городские власти объявили конкурс на лучший проект. Победил датский архитектор Йорн Утсон, но его проект оказался слишком дорогостоящим, Утсон вынужден был отказаться от него. Однако в 1973 году (почти через двадцать лет) здание все же достроили. Сейчас Сиднейский оперный театр - огромный комплекс, включающий шесть зрительных залов и два ресторана.

# Ландшафтная архитектура

- Ландшафтная архитектура - искусство создавать гармоничное сочетание естественного ландшафта с освоенными человеком территориями, населенными пунктами, архитектурными комплексами и сооружениями. В цели ландшафтной архитектуры входит охрана естественных ландшафтов и создание новых, планомерное развитие системы естественного и искусственного ландшафта.



Люксембург. Висячие сады.

- Функции архитектурного сооружения определяют его план и пространственную структуру.



Выставочный центр концерна «Филипс».

- Образно-эстетическое начало в архитектуре связано с её социальной функцией и проявляется в формировании объемно-пространственной и конструктивной системы сооружения.



Дефанс, деловой и торговый район в северо-западной части Парижа.

- Выразительными средствами архитектуры являются композиция, ритм, архитектоника, масштаб, пластика, синтез искусств и др.
- В основе выбора архитектурной композиции лежат данные многих наук: нужно учитывать не только назначение сооружения и его конструктивные особенности, органичность здания или сооружения в окружающей застройке, но и климат местности, особенности природных условий и т. д.
- Среди всех этих наук физика занимает важное место, которое особенно возросло в современной архитектуре и строительстве.

- Архитектуру древнего мира называют монументальной каменной архитектурой, т. к. с помощью простых инструментов приходилось обтёсывать и шлифовать, а потом с удивительной точностью подгонять друг к другу огромные каменные глыбы.



Старинная кладка из природного камня (Сардиния).

- Семь чудес света — так назывались в древности семь произведений зодчества и ваяния, превосходившие все другие своею колоссальностью и роскошью, а именно:
  - 1) пирамиды египетских фараонов,
  - 2) висячие сады вавилонской царицы Семирамиды,
  - 3) эфесский храм Артемиды,
  - 4) статуя Олимпийского Зевса,
  - 5) надгробный памятник царя Мавзола, в Галикарнассе,
  - 6) колосс Родосский,
  - 7) маячная башня, воздвигнутая в Александрии при Птолемеи Филадельфе (в конце III в. до Р. Хр.) и имевшая около 180 м высоты.

- Из семи чудес света сохранившимися до нас дошли пирамиды египетских фараонов.
- В Гизе стоят три самых больших пирамиды, принадлежащих фараонам Хеопсу, Хефрену и Менкара, несколько меньших, великий сфинкс, между лапами которого помещается небольшой храм, и другой гранитный храм к юго-востоку от первого. В одной из зал храма, в колодце, Мариетт нашёл статуи Хефрена, разбитые, кроме одной. Кроме того здесь много гробниц частных лиц и надписей. Пирамиды описывали Давинсон (1763), Нибур (1761), французская экспедиция (1799), Гамильтон (1801) и мн. др.



Египет. Великие пирамиды в Гизе.

- У пирамиды фараона Хефрена (Хафра) в Эль-Гизе находится высеченный из скалы «Большой сфинкс» — фантастическое существо с туловищем льва и портретной головой фараона Хефрена. Высота гигантской фигуры — 20 м, длина 73 м. Арабы называют его Абу эль-Хол — «отец безмолвия». Между лапами сфинкса стоит стела фараона Тутмоса IV. По преданию, принц однажды задремал здесь и увидел во сне, как его будут венчать короной Верхнего и Нижнего Египта, если он очистит сфинкса от песка. Тутмос так и поступил, и сон его стал явью — Тутмос стал фараоном. Нос сфинксу отстрелили в Средние века мамлюкские солдаты.



Сфинкс и пирамида Хеопса.  
Пирамида Хеопса в Гизе — крупнейшая  
(высота 146,6 м) в Египте. Датируется  
III тысячелетием до н. э.

# Загадки пирамид

- В пирамидах и храмах, поражающих своим величием и грандиозностью, много неразгаданных тайн. Вот одна из них. Пирамиды сложены из огромных плит. Как могли древние с помощью своих несовершенных орудий труда поднять эти глыбы на такую высоту? Ни один современный кран не справится с задачей подъёма цельных плит объёмом до 400 куб. метров!



Может, дело обстояло так?

- В 1972 году ЮНЕСКО приняла Конвенцию об охране всемирного культурного и природного наследия (вступила в силу в 1975). Ратифицировали Конвенцию (начало 1992) 123 страны-участницы, в том числе Россия. В списке Всемирного наследия 358 объектов из 80 стран (на начало 1992): отдельные архитектурные сооружения и ансамбли, города, археологические заповедники, национальные парки. Государства, на территории которых расположены объекты Всемирного наследия, берут на себя обязательства по их сохранению.

В список Всемирного наследия включены Московский Кремль и Красная площадь.

- Московский Кремль — историческое ядро Москвы. Расположен на Боровицком холме, на левом берегу реки Москва, при впадении в неё реки Неглинная (в начале 19 в. заключена в трубу). Современные стены и башни из кирпича возведены в 1485—95 гг. Башни в 17 в. получили существующие ныне ярусные и шатровые завершения. Московский Кремль — один из красивейших архитектурных ансамблей мира. Памятники древнерусской архитектуры: соборы — Успенский (1475—79), Благовещенский (1484—1489) и Архангельский (1505—08), колокольня «Иван Великий» (1505—1508, надстроена в 1600), Грановитая палата (1487—91), Теремной дворец (1635—36) и другие. В 1776—87 построено здание Сената, в 1839—49 — Большой Кремлевский дворец, в 1844—51 — Оружейная палата. В 1959—61 сооружен Дворец съездов (ныне государственный Кремлевский дворец). Среди 20 башен Московского Кремля наиболее значимы Спасская, Никольская, Троицкая, Боровицкая. На территории — замечательные памятники русского литейного дела «Царь-пушка» (16в.) и «Царь-колокол» (18 в.).



Москва. Кремль ночью.

- Красная площадь - центральная площадь Москвы, примыкающая с востока к Кремлю. Образовалась в конце 15 в., называется Красной (красивой) со 2-й половины 17 в. Первоначально торговая площадь, с 16 в. место торжественных церемоний. С запада ограничена кремлёвской стеной с башнями, в 1508—16 отделенной рвом. В 1534 сооружено Лобное место. В 1535—38 в границах Китай-города. В 1555—60 воздвигнут Покровский собор (храм Василия Блаженного). После пожара 1812 ров засыпан, перестроены торговые ряды. В 1818 открыт памятник К. Минину и Д. Пожарскому. В конце 19 в. сооружены Исторический музей, новые Верхние торговые ряды (ГУМ). В 1924—30 построен мавзолей В. И. Ленина. В 1930—31 площадь замощена брусчаткой. В 1992—94 воссоздан Казанский собор (около 1636; разобран в 1936). От Красной площади ведется отсчёт расстояния по всем идущим от Москвы шоссе.



Красная площадь

- К сожалению, в 1928—33 гг. по распоряжению советского правительства на территории Московского Кремля снесены многие памятники архитектуры, в том числе собор Спаса на Бору (1330), ансамбль Чудова монастыря с собором (1503) и Вознесенского монастыря с Екатерининской церковью (1808—17), Малый Николаевский дворец (с1775) и другие.
- В 1992г. Россия ратифицировала Конвенцию ЮНЕСКО об охране всемирного культурного и природного наследия, обязательства по их сохранению будут неукоснительно выполнены.

- В списке Всемирного наследия не только Московский Кремль и Красная площадь, но и другие не менее прекрасные и величественные ансамбли, заповедники, здания России:
- Исторический центр Санкт–Петербурга;
- Троице-Сергиева лавра в городе Сергиев Посад, основанная в 40-х гг. 14 века Сергием Радонежским;
- Церковь Покрова на Нерли во Владимирской области, близ Боголюбова, при впадении реки Нерль в реку Клязьма, памятник архитектуры владимиросuzдальской школы (1165);
- Новгородский Кремль;
- музей-заповедник деревянного зодчества Кижи и др.

# Требования к конструктивным элементам зданий

- Архитектурные сооружения должны возводиться на века.
- Конструктивные элементы (деревянные, каменные, стальные, бетонные и т.п.), воспринимающие основные нагрузки зданий и сооружений должны надёжно обеспечивать прочность, жёсткость и устойчивость зданий и сооружений.

- Среди исторических памятников в некоторых городах Европы и Азии сохранились до наших дней т. н. «падающие» башни. Такие башни есть в Пизе, Болонье, в Афганистане и др. местах.
- В Болонье рядом высятся две знаменитые «падающие» башни из простого кирпича. Более высокая башня (высота 97 м, вершина отклонена на 1,23 м от вертикали), продолжающая наклоняться и ныне — torredegli Asinelli, с вершины которой видны Эвганейские горы, расположенные к северу от реки По. Latorre Garisenda достигает половины высоты своей соседки и наклонена ещё сильнее (её высота 49 м, отклонение от вертикали 2,4 м).
- Почему башни имеют наклонное положение? Возможно, башни были выстроены наклонными с самого начала по затайливой идее средневекового архитектора, рассчитавшего наклон башен так, что за многие годы падения «падающих» башен не произошло. Не исключена возможность, что башни вначале были прямые, а затем наклонились при одностороннем оседании почвы, как это произошло с одной из колоколен в Архангельске.

- На соборной площади к востоку от собора возвышается знаменитая наклонная башня (Campanile), цилиндрической формы, сооружённая в 1174—1350 гг. архитекторами Бонанном из Пизы, Вильгельмом из Инсбрука и др.; башня имеет 8 ярусов, высота её 54,5 м., отклонение от вертикали — 4,3 м.; считается, что странная форма башни явилась первоначально следствием осевшего грунта, а затем она была искусственно укреплена и оставлена в этом виде.



- Из наставления древним зодчим: «На устройство подошвы и поддела ни трудов, ни иждивения жалеть не должно».
- Это и понятно. Фундамент – это в полном смысле слова основа здания. Расчёты фундаментов основаны прежде всего на учёте силы давления на грунт: при данной массе сооружения давление уменьшается с ростом площади опоры. Отсутствие должного внимания к этим зависимостям могут подвести строителей. Например, Останкинская башня по первоначальному проекту должна была опираться на 4 «ноги».

# Определительная формула давления

$$p = \frac{F}{S}$$

$p$  – давление, Па

$F$  – модуль силы, действующей  
перпендикулярно поверхности, Н

$S$  – площадь поверхности, м<sup>2</sup>

# Как повысить устойчивость равновесия?

- Тело (конструкция, сооружение) находится в положении устойчивого равновесия, если линия действия силы тяжести никогда не выходит за пределы площади опоры. Равновесие утрачивается, если линия действия силы тяжести не пройдет через площадь опоры. Как повысить устойчивость равновесия?
  1. следует увеличить площадь опоры, помещая точки опоры дальше друг от друга. Лучше всего, если они будут вынесены за границу проекции тела на плоскость опоры.
  2. Вероятность выхода вертикальной линии за границы площади опоры снижается, если центр тяжести расположен низко над площадью опоры, т. е. соблюдается принцип минимума потенциальной энергии.

- Чем выше архитектурное сооружение, тем строже требования к его устойчивости.
- Авторы проекта Останкинской телебашни уверены в инженерных расчётах по устойчивости сооружения: огромная полукilометровая башня была построена по принципу неваляшки. Три четверти всего веса башни приходятся на одну девятую её высоты, т. е. основная тяжесть башни сосредоточена внизу у основания. Потребуется колоссальные силы, чтобы заставить упасть такую башню. Ей не страшны ни ураганные ветры, ни землетрясения.
- Причиной устойчивости Александрийской колонны в Санкт-Петербурге, Эйфелевой башни в Париже и многих других высотных сооружений является близкое к земле расположение центра масс сооружения.

- Останкинская башня в Москве – внешне лёгкое элегантное сооружение высотой 533 м, удачно вписанное в окружающий ландшафт.
- Возвышаясь над окружающей застройкой, выразительная и динамичная по композиции, башня играет роль основной высотной доминанты и своеобразной эмблемы города.



# Почему устойчива Останкинская башня?

- У основания башня опирается десятью железобетонными «ногами» в кольцевой фундамент с внешним диаметром 74 м, заложённый в грунт на глубину 4,65 м. Такой фундамент, несущий 55 000 т бетона и стали, обеспечивает шестикратный запас прочности на опрокидывание. На изгиб запас прочности был выбран двукратный. И это неслучайно, т. к. амплитуда колебаний верхней части башни при сильном ветре достигает 3,5 м! Кроме ветра, врагом башни стало солнце: из-за нагрева с одной стороны корпус башни переместился у вершины на 2,25 м, но 150 стальных тросов удерживают ствол башни от искривления. Особую выразительность и стройность такое грандиозное и грациозное сооружение приобрело потому, что башня сооружена без расчалок и дополнительных креплений.



- Было установлено, что одно из самых красивых и величественных зданий Санкт-Петербурга – Исаакиевский собор – оседал ежегодно на 1 мм. В 70-х гг. здание было закрыто на реставрацию: проводилась работа по предупреждению оседания здания. Для уплотнения фундамента в него заложили раствор смеси бетона с жидким стеклом. В таких смесях особую роль играет трение и вязкость материалов. Физика изучает законы трения, а архитектура их использует.

- Архитектурный памятник — это научный документ, исторический источник; основной целью реставрации является «прочтение» этого документа и тщательное укрепление подлинных древних частей памятника; для достижения цели реставрации проводится по возможности наименьший объём работ.
- Современные приёмы реставрации допускают использование для укрепления памятника всех новейших достижений строительной техники и различных физико-химических методов. Материалы, применяющиеся для реставрации, внешне должны приближаться к материалам, из которых был сооружен памятник, подделка под подлинный материал не допускается. Разборка подлинных частей памятника, как правило, исключается.

- Реставрационным работам предшествует тщательное и всестороннее исследование памятника архитектуры: натурное (архитектурное и инженерное) и историко-архивные изыскания. На натуре изучаются причины обветшания, повреждений, нарушения статического равновесия памятника; для исследования состояния конструкций используются разнообразные технические средства. Выясняются возможные способы устранения повреждений и деформаций памятника и исследуются специфические особенности основных строительных материалов и растворов.
- В ходе историко-архивного исследования изучаются все, даже косвенные, письменные источники, фотографии, картины, рисунки, на которых воспроизведён памятник, а также другие его изображения (например, на медалях, печатях).

# Учимся у природы

- Любое сооружение должно быть долговечным, а, значит, прочным. Достижение высокой конструктивной эффективности в архитектурно-строительной практике последних лет достигается физическим моделированием природных форм.

# Человек учится у природы



- Например, стебель почти всех представителей семейства злаков - соломина, утолщенная в узлах и полая в междоузлиях. Такое строение стебля сочетает большую прочность и лёгкость конструкции. Принцип строения соломины был использован при строительстве самого высокого здания в нашей стране - Останкинской телебашни.
- Архитекторы заимствовали у природы принцип «сопротивляемости конструкции по форме». Прочность конструкции зависит от её формы: гофрированная конструкция прочнее плоской. Используя этот принцип, в США построили складчатые купола пролётом 100-200м, во Франции произвели перекрытие павильона пролётом 218 м.
- Прочность арочных конструкций существенно повышается за счёт плёнок-мембран, создающих предварительное напряжение. Это позволяет возводить сооружения куполообразной формы огромных размеров без колонн и даже декоративных опор.



Ломе (столица Того): использование гофрированной конструкции



Современная мечеть в Карачи с куполообразной крышей.

# Теория и практика планировки и застройки городов

- Градостроительство охватывает сложный комплекс общественно-экономических, строительно-технических, архитектурно-художественных, санитарно-гигиенических проблем.
- Упорядочению планировки и застройки городов служат регулярная планировка (прямоугольная, радиально-кольцевая, веерная и др.), учет местных условий, строительство архитектурных ансамблей, ландшафтная архитектура и т. д.
- Первые опыты упорядочения городов и поселений относятся к сер. 3-го — нач. 2-го тыс. до н. э. В Др. Египте и Двуречье применялась разбивка города на геометрически правильные кварталы. Средневековые города, опоясанные мощными стенами, имели кривые и узкие улицы вокруг замка, городского собора или торговой площади. Жилые районы за пределами городских стен окружались новым кольцом стен, а иногда на их месте образовывались кольцевые улицы, которые в сочетании с радиальными улицами определили формирование характерной радиально-кольцевой (реже веерной) структуры городов.

- Город Пальманова (1593, окрестности Удине - один из форпостов Венецианской республики) как пример регулярной планировки.





Здание парламента и башня Биг Бен (1837) в Лондоне.

- Бурный рост городов с середины 19 в., затем быстрое развитие автотранспорта, возникновение колоссальных городских территорий (городских агломераций), загрязнение городской среды вызвали поиски новых принципов градостроительства (зонирование городских территорий, районная планировка, системы городских дорог, типы города-сада, города-спутника, современных жилых районов и микрорайонов). Основные задачи современного градостроительства — создание городов и поселков, имеющих индивидуальный облик, решение городских экологических проблем, преодоление монотонности типовой застройки, сохранение и научно обоснованная реконструкция старых городских центров, бережное сохранение и реставрация памятников культуры, их сочетание с современными зданиями.

# Один из районов города Воронежа



- Современные города – настоящие мегаполисы.
- Мегаполис (мегаполис) (от греческого *megas* — большой и *polis* — город; название древнегреческого города Мегалополь, возникшего в результате слияния более 35 поселений) - наиболее крупная форма расселения, образующаяся в результате срастания большого количества соседних агломераций населенных пунктов. Наиболее известные мегалополисы: Токио — Осака (Япония), нижнее и среднее течение Рейна (ФРГ — Нидерланды), Лондон — Ливерпуль (Великобритания), район Великих озер (США — Канада), район Южной Калифорнии (США).



Нью-Йорк, США. Панорама центра города.



Развязки городских автомагистралей

# Какими быть городам будущего?

- Возможно, города будущего уйдут под землю. Сегодня строятся многочисленные подземные переходы, сооружаются новые линии метро и многоярусные подземные гаражи. В Токио уже функционирует свыше 50 подземных торговых центров, под землёй проложена улица Новая Гиндза. Во Франции ушёл под Булонский лес целый участок нового бульвара, открылась часть подземного города под площадью Этуаль. К 850-летию Москвы была реконструирована Манежная площадь: открылся огромный подземный торговый комплекс со всей своей инфраструктурой, сделав площадь пешеходной.
- Подземные города, вероятнее всего, будут играть роль «подсобных помещений».



Москва. Манежная площадь, реконструированная к 850-летию города.

- Некоторые архитектурные идеи:
- П. Мэймон предложил построить в Токийском заливе подвесной город на конических сетках из стальных канатов, которому не страшны подземные толчки и морские приливы.
- Р. Дернах разработал проект возведения городов, плавающих на воде.
- С. Фридман считает, что будущее принадлежит городам-мостам, соединяющим Европу, Азию, Африку и Америку.
- Идеи «голубых городов». Доллингер разработал проект высотного жилого дома по типу... ёлки высотой около 100 м с поверхностью опоры 25 кв. м с отдельными ветками-квартирами, а В. Фришмен использовал аналогичную идею для разработки проекта 850-этажного дома-дерева высотой 3200 м. Фундамент такого дерева-города должен уходить в землю на глубину 150 м. Рассчитан этот гигант на размещение в нём 500 тысяч человек.

# Использованные информационные ресурсы:

1. Большая энциклопедия Кирилла и Мефодия 2006, 10 CD.
2. Иллюстрированный энциклопедический словарь, 2 CD.
3. Энциклопедия «Мир вокруг нас», CD.
4. Детская энциклопедия Кирилла и Мефодия 2006, 2 CD.
5. Физика, 7 – 11 классы. Библиотека наглядных пособий, CD и др.

# Прочность

- Прочность - способность материала сопротивляться разрушению, а также необратимому изменению формы (пластической деформации) при действии внешних нагрузок, в узком смысле — только сопротивление разрушению. Прочность твёрдых тел обусловлена в конечном счете 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, длительность и число циклов 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 равновесия

- 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; физико-геометрическая характеристика поперечного сечения элемента конструкции. Понятие жёсткости широко используется при решении задач сопротивления материалов.