Российская Федерация
Ханты-Мансийский Автономный округ-Югра
Администрация города Мегиона
МУНИЦИПАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
№5 «ГИМНАЗИЯ»

Исследовательская работа

Физика в архитектуре

«Уютный дом»

Автор: Качан Даниил Викторович,
обучающийся 10«М» класса
Руководитель: учитель физики,
Азбаева Гульнара Юрьевна

Мегион - 2015

ГИМНАЗИЯ

Физика в архитектуре

Качан Данил Викторович
Российская Федерация
Ханты-Мансийский Автономныйокруг, г.Мегион
Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение №5«Гимназия»

Аннотация

Цель работы: создание модели небоскреба: демпфер высотного здания, упругий каркас; проверка модели небоскреба на сейсмоустойчивость, обтекаемость и устойчивость под влиянием ветровых потоков; расчет распределения нагрузки на плиту фундамента и выработку потребляемой энергии самим небоскребом.

Методы и приёмы:

1. Поиск и анализ информации о существующих в мире высотных зданиях-небоскребах для изучения физических характеристик;
2. Анализ физических характеристик применяемых на практике небоскребов: демпфер высотного здания, упругий каркас небоскреба, сила давления на грунт и распределение нагрузки на плиту фундамента, выработка потребляемой энергии самим небоскребом;
3. Создание эскиза-макета небоскреба и его моделирование;
4. Проведение опытов, на основе воссоздания небоскреба в уменьшенном масштабе 1:111000 (1см=11,1 м);
5. Анализ и обсуждение обработанных результатов эксперимента, выявление закономерностей и формулировка выводов, подтверждающих или опровергающих выдвинутую ранее гипотезу или опровергающих выдвинутую ранее гипотезу.

Выводы: В ходе проектной работы создан эскиз-макет небоскреба и выполнено его моделирование. Проведена серия экспериментов, на основе воссоздания модели небоскреба в уменьшенном масштабе 1:111000 (1см=11,1 м). Я создал демпфер высотного здания, упругий каркас. Рассчитал сейсмоустойчивость высотного архитектурного сооружения «Альтаир», она равна 8 баллам, этого более чем достаточно, т.к. в Москве

и Санкт-Петербурге могут быть землетрясения по шкале не более 2 баллов. В ходе работы проверил небоскреб на обтекаемость и устойчивость под влиянием ветровых потоков, тем самым доказал положительное влияние демпфера на постройку, рассчитал распределение нагрузки на плиту фундамента, и определил какой источник энергии более экологичный и экономичный в использовании моей модели «Альтаир». Для проведения экспериментальной части проектной работы мной самостоятельно была сконструирована аэродинамическая труба и сейсмограф.

Физика в архитектуре

Качан Данил Викторович
Российская Федерация
Ханты-Мансийский Автономныйокруг, г.Мегион
Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение №5«Гимназия»

План исследований

Проблема: Закончив школу, я планирую поступить на факультет «Градостроительство» и «Архитектура и дизайн ландшафтной среды» Санкт-Петербургского архитектурно-строительного университета. Именно поэтому выбор темы проектной работы не случаен. Меня вдохновила экскурсия в г. Санкт-Петербург в музей «Гранд-макет России», и я увлекся идеей создать макет «уютного дома» в области современной архитектуры. На данный момент существует определенное количество проблем, связанных с высотным строительством. Кто был в Москве, каждый раз любовался деловым центром «Москва-сити», который представляет собой ансамблей высотных зданий. Это не только дань моде, а вынужденные меры разрешения вопросов экономичного современного строительства. Дело в том, что, численность населения Земли неуклонно растёт и уже к 2050 году приблизится к 10 миллиардам человек. Больше половины этих людей будут жить в городах. Вопрос о том, как обеспечить постоянно растущие потребности человечества в энергии и продовольствии, давно волнует чиновников и учёных. Есть множество преимуществ высотного строительства, главное из которых - это экономичное использование дорогостоящей городской территории. Одна из важнейших тенденций в современной архитектуре – это внедрение стандартов так называемого зеленого строительства. Все больше девелоперов отходят от мысли, что эффективность здания ограничивается лишь технико-экономическими показателями и смотрят на вопрос намного шире – оно должно быть гармонично для окружающей среды и людей, которые в нем живут и работают. На основании существующей проблемы, мною была сформулирована следующая **цель работы:** создание модели небоскреба:

демпфер высотного здания, упругий каркас; проверка на сейсмоустойчивость, обтекаемость и устойчивость под влиянием ветровых потоков; расчет распределения нагрузки на плиту фундамента и выработку потребляемой энергии самим небоскребом.

Гипотеза: Предложенная и созданная мною модель небоскреба минимально подвержена механическим нагрузкам и экономична в потреблении электрической энергии.

На основании поставленной цели и выдвинутой гипотезы мною были сформулированы следующие **задачи исследования:**

1. Поиск и анализ информации о существующих небоскребах для изучения физических характеристик;
2. Исследование строения небоскреба: демпфер высотного здания, упругий каркас небоскреба, силу давления на грунт и распределение нагрузки на плиту фундамента, выработка потребляемой энергии самим небоскребом;
3. Создание эскиза-макета небоскреба;
4. Поиск ресурсов, необходимых для создания модели небоскреба;
5. Создание макета небоскреба, проведение и качественный анализ эксперимента.

Библиография:

1. Википедия https://ru.wikipedia.org/wiki/Экодевелопмент
2. Зеленые здания. Журнал экотехнологий. выпуск 4, 2014г.
3. Перич А.И. Строим дом легко и просто. ООО Аделант, 2010.
4. Спирито Джанпаола , Терранова Антонино. Самые удивительные небоскребы мира. Издательство: АСТ Астрель, 2014.
5. http://www.popmech.ru/technologies/13812-pochemu-ne-p.

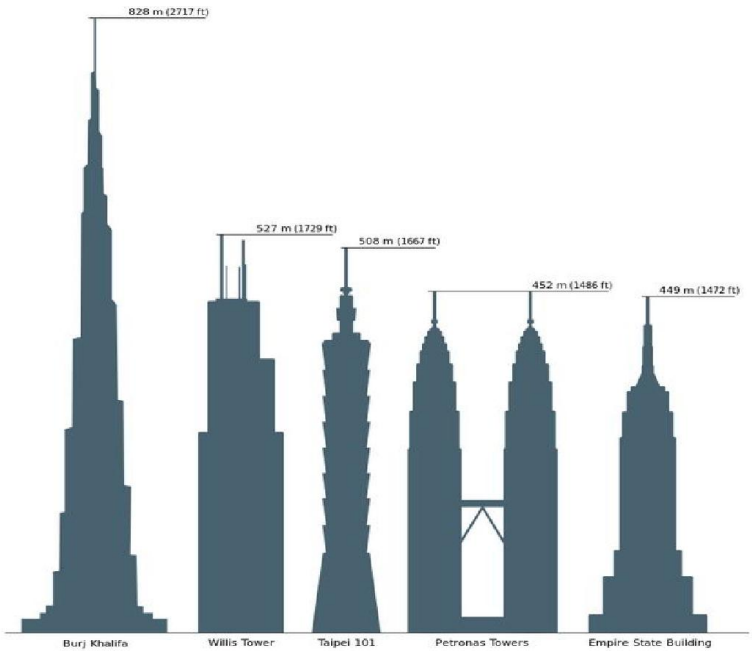
Физика в архитектуре

Качан Данил Викторович
Российская Федерация
Ханты-Мансийский Автономныйокруг, г.Мегион
Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение №5«Гимназия»

Научная статья

1. Состояние изучаемой проблемы. Выбор объектов и методов исследования

Небоскребы стали строить когда-то из желания сэкономить стремительно дорожавшую землю в американских городах. Сейчас это соображение, похоже, давно не является решающим. Сверхвысокие здания в наши дни воздвигают с иной целью — показать богатство, мощь, амбиции. Однако будь гонка небоскребов хоть тысячу раз ярмаркой тщеславия, их возведение не перестанет быть сложнейшей инженерной проблемой. Когда рассказывают об очередном рекордно высоком сооружении, обычно говорят о том, что вздымается над землей. Конечно же, о высоте, количестве этажей и лифтов, смотровых площадках, с которых видно полмира, и о том, например, как доставить воду на сто-какой-нибудь этаж, чтобы водопровод при этом не разорвало от огромного давления в трубах. Меньше говорят о подземной части, хотя вопрос о том, как гигантские, почти километровые «иглы», вроде построенной Burj Khalifa или строящейся Kingdom Tower, держатся в грунте, весьма интересен. Чтобы разобраться в технологии сооружения оснований для небоскребов, рассмотрим фундаментальное основание на макете спроектированного мной небоскреба и обратимся к статьям кандидата технологических наук – Елене Зайцевой, возглавляющей ЗАО «МосГорПроет» [4].



Основным при проектировании фундамента высотного здания является, безусловно, высокая нагрузка, передаваемая сооружением на основание. Необходимо различать понятия «фундамент» и «основание здания». Под фундаментом понимают часть здания (нижние конструкции — плита, свайный ростверк, сваи и т. д.), которая передает нагрузку от сооружения на грунт. И, соответственно, под основанием понимают массив грунта, в котором возникают дополнительные напряжения и осадки в результате воздействия на него здания через его фундамент. Задача состоит в том, чтобы правильно спроектировать и основание, и фундамент. Основная сложность возникает в связи с тем, что высота здания большая, а площадь передачи нагрузки на основание по отношению к высоте сооружения мала. Это приводит к высоким напряжениям как в самой конструкции фундамента (большие изгибающие моменты и значительная продавливающая нагрузка от стен и колонн), так и в основании (фундамент-грунт)». Таким образом, от характеристик грунта напрямую зависит конструкция фундамента[1].

В наши дни чемпионат по сверхвысотному строительству происходит на Аравийском полуострове. Последний хотели сделать высотой в милю (1609 м), но геологи сказали решительное «нет» — грунт не выдержит. Аравия — пустынная земля, сформированная донными отложениями

древнего океана, то есть состоящая преимущественно из песчаных пород. Только на глубине встречаются относительно твердые породы типа известкового скалистого грунта. Этот фактор приходилось учитывать чикагскому архитектору Эдриану Смиту, главному творцу аравийских чудес, и другим авторам проектов небоскребов на песке. Фундамент для своей модели я разработал как свайно - плитный. Плита толщиной 3,7 м являет собой нечто вроде цветка с четырьмя лепестками, что отражает общую конструкцию здания, состоящую из центрального восьмигранного ядра и четырех крыльев, выполняющих роль контрфорсов (вертикальных подпирающих конструкций). Это придает зданию большую жесткость на боковую нагрузку. Плиту решено опереть на 210 свай диаметром 1,5 и длиной 48м.

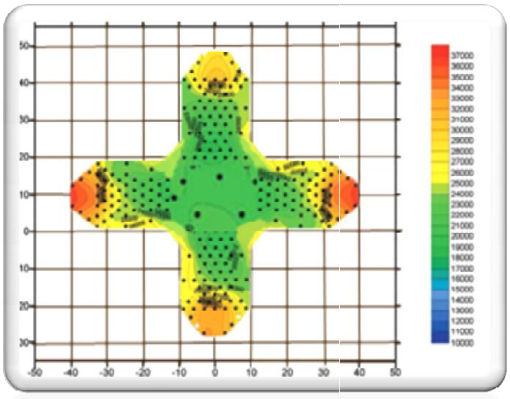


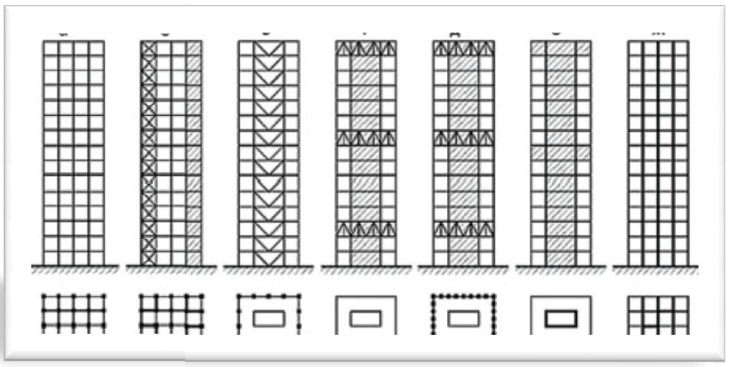
Схема показывает распределение нагрузки на плиту фундамента.

Желтым и коричневым выделены зоны наибольших вертикальных нагрузок.

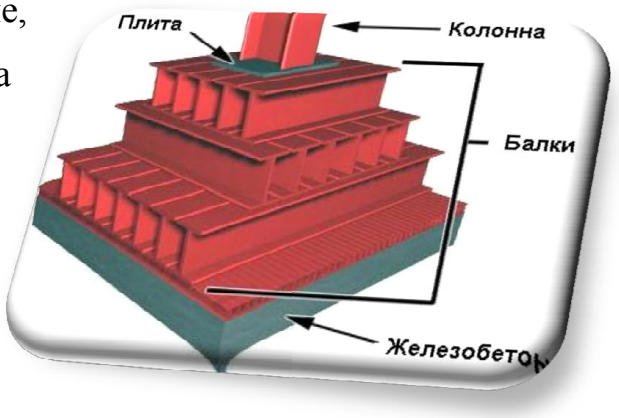
Сваи под небоскребы в большинстве случаев являются буронабивными, то есть изготавливаются путем бурения скважин нужных диаметра и глубины и последующего их заполнения элементами арматуры и бетонным раствором. Иногда сваи пронизывают слои мягкого грунта и достигают на определенной глубине твердой скальной породы, давая твердую опору фундаменту. Но в Аравии даже на глубине 50 м породы мягкие, с низкой степенью цементации. Сваи, подпирающие плиту фундамента, являются по сути «висячими», то есть нагрузка от здания

передается верхним слоям грунта через плиту и нижним — в основном через трение поверхностей сваи и грунта. Интересную инженерную проблему пришлось решать при строительстве куала-лумпурских башен-близнецов — Petronas Towers [2]. Под местом их будущего фундамента присутствовал твердый скальный грунт, но в виде довольно крутого склона. Была возможность выбрать вариант со сваями, опирающимися на скалу, но тогда одни из них были бы совсем короткими, а другие — намного более длинными. Проектировщики опасались, что под весом зданий более длинные сваи со временем сожмутся и их длина существенно сократится, в результате чего возникнет крен. В конце концов было решено перенести строительство туда, где скальный грунт не подходил близко к поверхности, и поставить небоскребы на «висячих сваях». Бетон отлично работает на сжатие, но не так хорошо — на растяжение и изгиб. При возведении фундаментов используют железобетон, включающий в себя стальную арматуру и тяжелый бетон. Плиты армируются горизонтальными сетками, воспринимающими изгиб, а нагрузки на сжатие принимает на себя бетон. Диаметр стальной арматуры в плитах достигает 40 мм, но в сваях могут использовать специальную арматуру и большего диаметра. Таким образом, сверхвысокое здание передает вертикальную нагрузку и изгибающие моменты основанию через плитный или плитно-свайный фундамент. Из плиты делаются выпуски арматуры в местах опоры на нее вертикальных конструкций таким образом, чтобы они совпадали с арматурой этих конструкций. Впоследствии при бетонировании стен и колонн арматура плиты и конструкций соединяется, образуя непрерывную связь. Это позволяет небоскребу иметь надежный «якорь», куда будет передаваться горизонтальная нагрузка, возникающая при порывах ветра или сейсмических толчках, оказывающих сдвигающее воздействие. Что же касается соединения свай с ростверком, то здесь возможно шарнирное соединение, когда арматура сваи не заводится в плиту ростверка, или жесткое — когда не только арматура, но и часть

головы сваи заводится в плиту. В первом случае от здания передаются только вертикальные нагрузки на сваи, во втором — также и изгибающий момент». Если подойти к стройплощадке, на которой только приступают к возведению небоскреба, мы не увидим ни свай, ни плиты. Скорее всего, перед нами будет зиять огромная яма: в любом, даже самом высоком небоскребе проектируются подземные этажи, а потому строительство начинается с рытья котлована. Чтобы котлован, откосы которого могут составлять 5−10 и более метров, не обвалился, возводятся ограждающие конструкции из шпунтовых свай (обычно они делаются из металла) или в виде «стены в грунте». И лишь в дне котлована будут буриться скважины под буронабивные сваи, а потом там же будет отлита плита, которая станет главной невидимой снаружи опорой небоскреба. В Абу-Даби давление под подошвой фундамента высотного здания находится в среднем в диапазоне 19,2 кН/м^2, этого достаточно для строительства высотных зданий. Центральной структурой поддержки небоскреба является его стальной каркас. Металлические балки заклепываются друг с другом и формируют вертикальные колонны. На уровне каждого этажа эти вертикальные колонны соединены по горизонтали балками. Во многих домах имеются также диагональные балки, для дополнительной структурной поддержки [3].

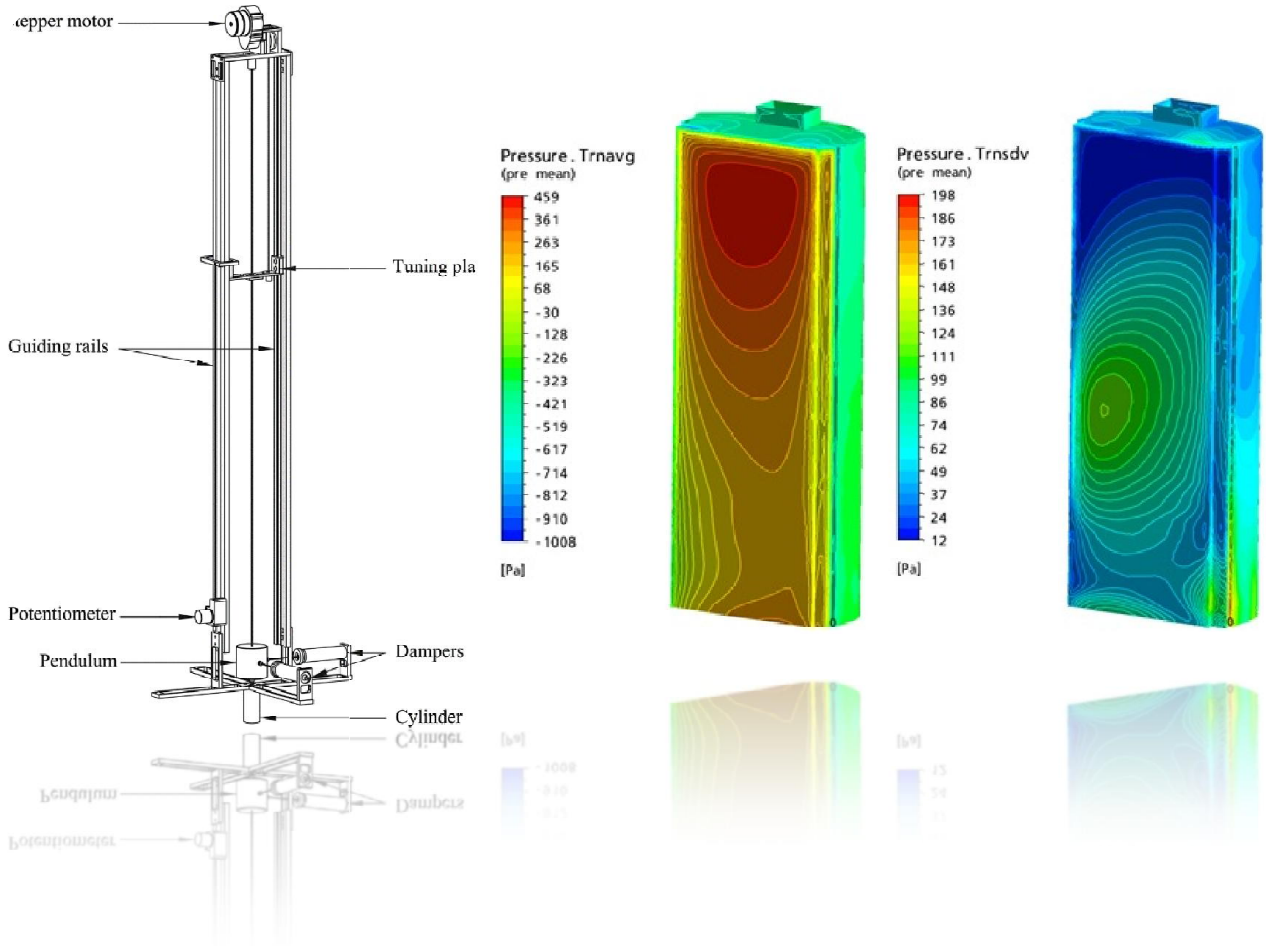


В этой гигантской трехмерной сетке, называемой *супер-структурой*, весь вес в здании передается непосредственно на вертикальные колонны. Колонны концентрируют силу тяжести на сравнительно небольшой площади своего сечения. Это концентрированное усилие затем распределяется в **фундаменте** под колонной. В типичном фундаменте небоскреба, каждая вертикальная колонна стоит на опоре распространения — железной пластине, которая расположена на вершине ростверка [2]. Ростверк — это ряд горизонтальных стальных балок, выровненных бок о бок в несколько слоев. Ростверк опирается на толстую бетонную подушку, отлитую непосредственно на твердом грунте. После того, как вся конструкция собрана, она покрывается бетоном.



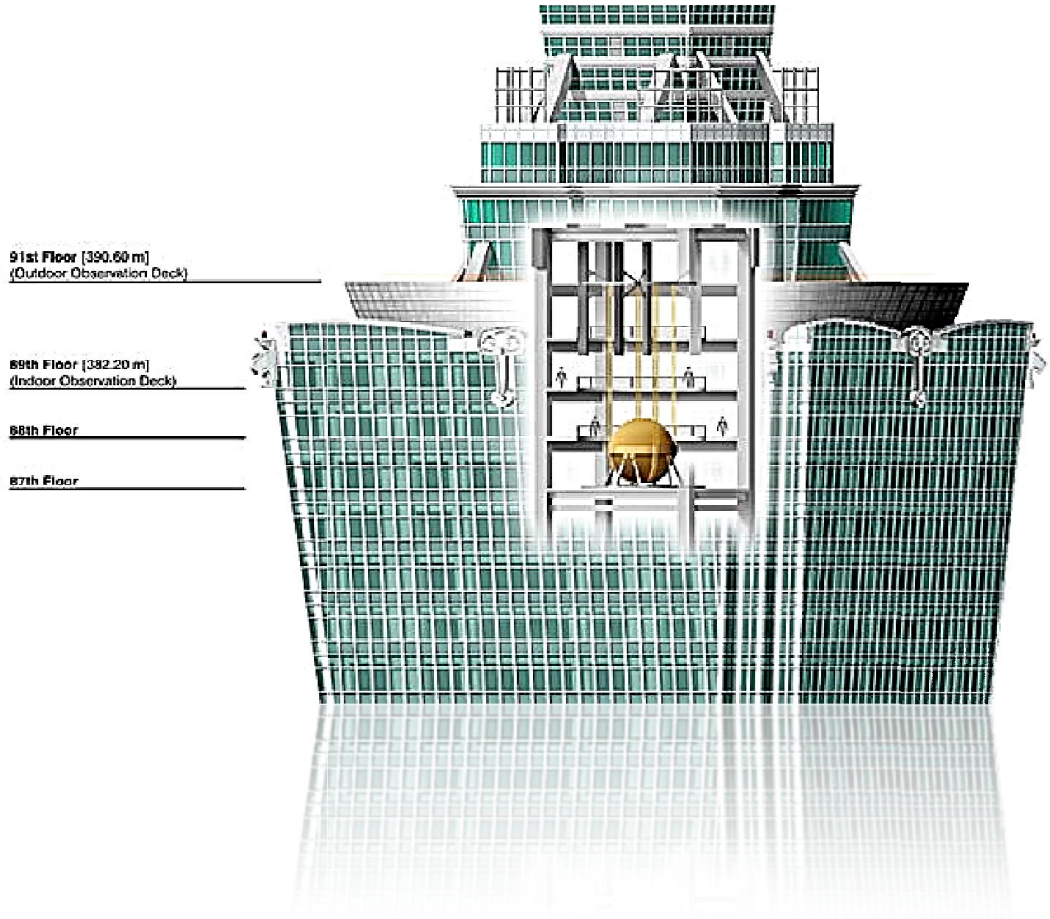
Эта структура расширяется под землей, точно так же, как пирамида расширяется вниз. Вес здания колоннами распределяется на более широкую поверхность фундамента. В конечном счете, весь вес здания оказывается непосредственно на жестком глинистом материале под землей. Очень тяжелые здания покоятся на огромных бетонных опорах, сваях, которые забиваются в грунт вплоть до его прочного несущего слоя. Основное преимущество стальной скелетной структуры состоит в том, что наружные стены нужны исключительно для защиты помещений от наружного воздуха и несут только их собственный вес. Это позволяет архитекторам открыть здание настолько, насколько они пожелают, в отличие от толстых стен в традиционном строительстве. Во многих небоскребах, особенно тех, которые построены в 1950-х и 1960-х годах, внешние стены выполнены почти полностью из стекла, открывая потрясающий вид на город. В дополнение к вертикальной силе тяжести, небоскребы также должны иметь дело с горизонтальной силой ветра.

Большинство небоскребов может легко раскачиваться на несколько метров в любом направлении, как качающееся дерево, не повреждая их структурную целостность. Основная проблема с горизонтальным движением состоит в том, что оно затрагивает людей, находящихся внутри. Если здание перемещается на существенное горизонтальное расстояние, то люди сильно ощущают это воздействие.



Самый основной метод для управления горизонтальным воздействием заключается в ужесточении структуры. В точке, где горизонтальные балки примыкают к вертикальной колонне, строители сваривают их вершины и основания, а также стороны. Это делает всю стальную супер-структуру значительно жестче, в сравнении с гибким скелетом. Для более высоких небоскребов более жесткие связи уже не обеспечивают защиты от раскачивания. Чтобы воспрепятствовать этим сильным колебаниям, инженеры должны построить особенно мощные конструкции, проходящие через центр здания. В Эмпайр Стейт Билдинг, Chrysler Building и других

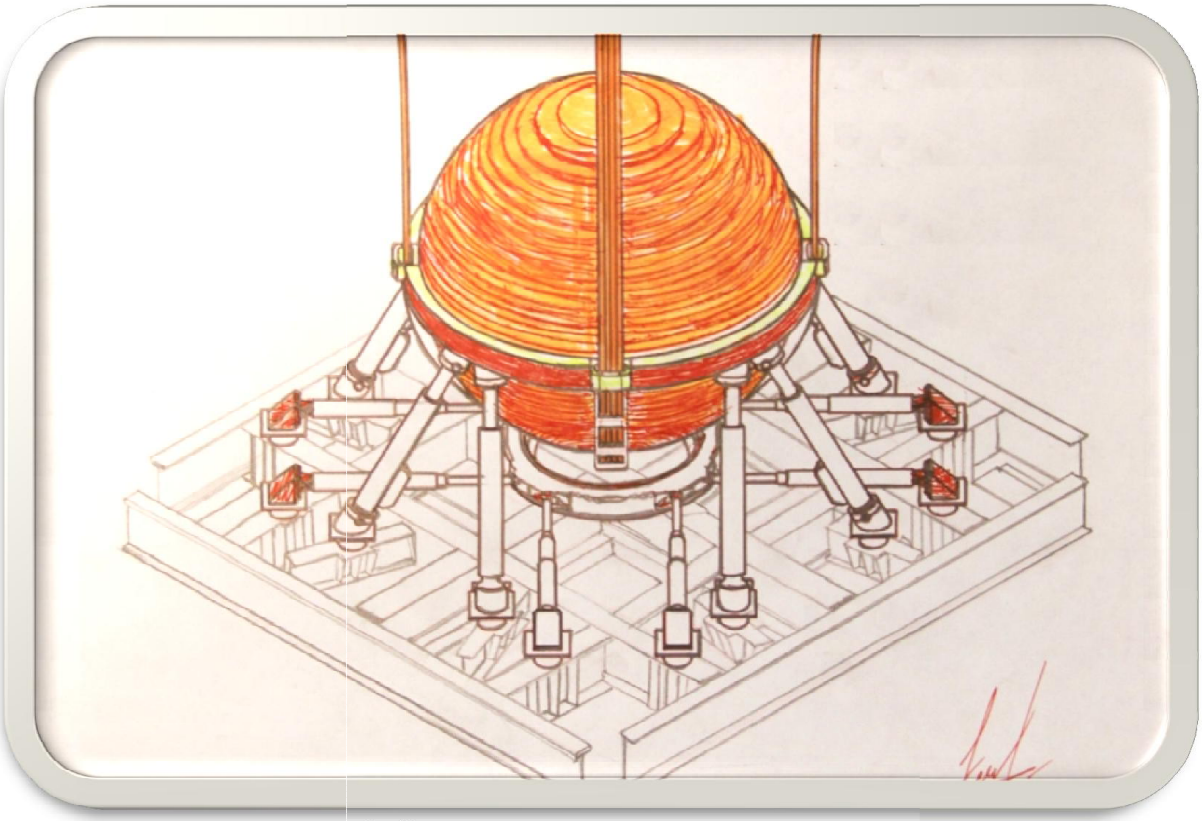
небоскребах той эры, область вокруг центральных шахт лифтов укреплена крепкой стальной связкой, окруженной диагональными лучами [5]. Новые здания имеют одно или несколько железобетонных ядер, встроенных в центр здания.



В более высоких башнях, обладающих достаточно низкой частотой собственных колебаний, для уменьшения эффекта раскачивания, устанавливают демпферы — многотонные шары-маятники, уменьшающие колебания зданий во время ураганов и землетрясений [5].

Некоторые здания уже используют создающие компенсацию ветру демпферы. Центр Citicorp в Нью-Йорке, например, использует

настраивающийся массивный демпфер [6]. В этой сложной системе масляные гидравлические системы выдвигают 400-тонный железобетонный груз назад и вперед на одном из верхних этажей, перемещая вес всего здания в горизонтальном направлении. В нашей модели небоскреба масса демпфера 800 тонн, так как здание высотой 1000м. Сложная компьютерная система тщательно контролирует, как ветер перемещает здание и соответственно смещает груз. Некоторые аналогичные системы перемещения веса здания основаны на движении гигантских маятников.



2. Экспериментальная часть

Мною проведена серия экспериментов с математической обработкой результатов, целью которых было выявление различных сейсмических влияний и ветровых потоков на небоскреб.

Для проведения эксперимента использовалось следующее оборудование:

- Специально подготовленная аэродинамическая турбина с прикреплённым к ней анемометром;

- Сейсмостанция и прикреплённый к ней сейсмограф;
- Модель небоскреба;
- Дымовая шпажка;

1. *При создании небоскреба использовались такие материалы, как:*

а. Поливинилхлоридные галтели;

б. Клей для поливинилхлорида;

в. Пластиковые листы;

г. Светодиодная лента, блок питания, блок управления;

д. Поливинилхлоридная панель;

е. Жесткая металлическая проволока для каркаса;

ж. Деревянные спицы для изготовления свай;

з. Скульптурный пластик;

и. Солнечные панели;

к. Изолированные провода, диаметром 2мм;

л. Пластиковые трубки диаметром 2мм и 1мм, для изготовления амортизаторов демпфера;

м. Канцелярская плотная резинка, для имитации тросов демпфера;

2. *При создании сейсмографа использовались такие материалы, как:*

а. Поливинилхлоридные трубки диаметром 15 мм;

б. Пружина;

в. Груз массой 50 г;

г. Короб из двухслойной плотной бумаги;

д. Вращающийся двигатель;

е. Пластиковый цилиндр;

ж. Чек-лента с расчерченной на ней шкалой Меркалли;

з. Маркер;

3. *При создании сейсмостанции использовались такие материалы, как:*

а. Короб из плотной бумаги;

б. Металлическая труба диаметром 50 мм;

в. Вибрационный двигатель с силой 12 баллов по шкале Меркалли;

г. Две идентичные металлические балки;

4. *При создании аэродинамической турбины использовались такие материалы, как:*

а. Четырехфазный асинхронный двигатель;

б. Пластиковые лопасти;

в. Труба ПВХ толщиной 8 мм и диаметром 1000 мм;

В качестве объекта исследования опыта использовались различные материалы для воссоздания моделей архитектурных объектов, купленных в обычных строительных магазинах и художественных салонах. Всего было проведено три опыта, в одном из которых проверялось воздействие ветровых потоков на небоскреб с помощью аэродинамической турбины и анемометра, а также опыт показывающий воздействие сейсмической активности на это же архитектурное сооружение с помощью сейсмоустановки и сейсмографа, и третий опыт, доказывающий положительное влияние на окружающую среду при использовании солнечных панелей, расположенных на корпусе высотного здания, за счет которых уменьшается электромагнитное воздействие, а так же экономит растраты средств за использование электроэнергии, (то есть имеет свой источник энергии). Опыты проводились в искусственно созданных определенных средах. Все эти параметры постоянно измерялись с помощью различных датчиков (сейсмограф, анемометр и т.д.). На протяжении 4 часов здание находилось под влиянием аэродинамической турбины, тем самым демонстрируя свою обтекаемость и устойчивость.

На протяжении одной минуты (средняя продолжительность землетрясений) небоскреб подвергался искусственной имитации сейсмической активности, доказывая свою прочность и устойчивость, а также демонстрируя работу демпфера. Следующий опыт показал, что солнечные панели более безопасны по отношению к окружающей нас среде, в отличие от обыкновенного источника энергии (Опыт был проведен благодаря двум идентичным комнатным растениям).

Полученные данные заносились в рабочий журнал, а затем подвергались математической и графической обработке с помощью лицензионной программы «MSExcel 2013».

Опыт №1«Проверка высотного архитектурного сооружения на сейсмическую активность (землетрясения)»

Цель: Проверить модель высотного архитектурного сооружения «Альтаир» на сейсмическую активность;

Оборудование: модель небоскреба, сейсмостанция и сейсмограф;

Ход работы:

1. Создать сейсмостанцию, сейсмограф по разработанным заранее чертежам;
2. Установить модель небоскреба на площадку сейсмостанции;
3. Измерить с помощью сейсмографа и сейсмостанции воздействие сейсмической активности (землетрясений) на высотное сооружение, а именно «Альтаир»;
4. Занести полученные данные в общую таблицу.
5. *Вывод:* Я проверил модель высотного архитектурного сооружения на сейсмическую активность и определил, что конструкция небоскреба приблизительно выдерживает землетрясение в 8 баллов, с учетом того, что под грунтом не будет оползней глубиной больше 10-15 метров. Конструкционный каркас не подвержен деформации до 7 баллов.

Опыт №2 «Проверка высотного архитектурного сооружения на обтекаемость и устойчивость под влиянием ветровых потоков»

Цель: Проверить модель высотного архитектурного сооружения на обтекаемость и устойчивость под влиянием ветровых потоков;

Оборудование: Аэродинамическая турбина, анемометр, модель высотного архитектурного сооружения «Альтаир.

Ход работы:

1. Создать аэродинамическую турбину по разработанным заранее чертежам ;
2. *Установить на аэродинамическую турбину анемометр и термометр*;

2.1.Проверка на работоспособность;

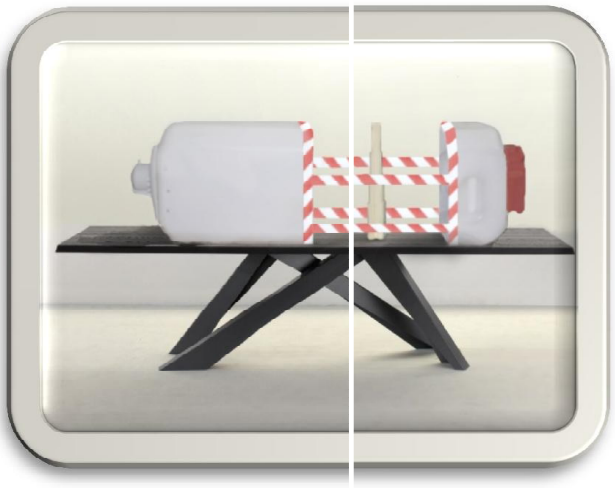
3. Установить модель архитектурного сооружения на опорную ось Y аэродинамической трубы;

4. Активировать все оборудование и вести наблюдение в течение 4 часов;

5. Полученные результаты внести в общую таблицу;

6. Поднести дымовую шашку под винт аэродинамической турбины и сделать фотографию обтекаемости небоскреба;

Вывод: Я проверил модель высотного архитектурного сооружения на обтекаемость и устойчивость под влиянием ветровых потоков. Опыт показал: форма здания хорошо обтекаема ветровыми потоками, что уменьшает колебания высотного архитектурного сооружения. Опыт был проведен два раза. Первый раз без демпфера. Амплитуда колебаний при обычных условиях эксплуатации в масштабе 100% равна 1,11 м, при штормовом ветре происходит деформация каркаса и корпуса (большой риск разрушения небоскреба). Второй опыт проводился с применением демпфера. Амплитуда колебаний при обычных условиях эксплуатации в масштабе 100% равна 0,1м, при штормовом ветре равна 1,5 м. Следовательно, демпфер справляется с заданной задачей и уменьшает амплитуду колебаний на 90**%.**



Опыт №3 «Влияние электрической энергии на окружающую среду»

Цель: Определить более удобный и экономичный в использовании источник энергии, установить влияние на окружающую среду;

Оборудование: Два идентичных комнатных растения, солнечные панели, изолированные провода, блок питания, блок управления, светодиодная лента, электрическая вилка, розетка, миллитесламетр;

Ход работы:

1. Провести светодиодную ленту по Оси *Z* небоскреба, подсоединить в электрическую цепь блок питания и блок управления;
2. Подключить поочередно источники питания;
2.1. Источник питания 1 (электро-вилка и розетка);
2.2. Источник питания 2 (солнечные панели);
3. Измерить электромагнитное поле 1 и 2 источников, занести полученные данные в прилагающуюся к опыту таблицу;
4. Каждому источнику питания выделить по 3 дня для проведения опыта, и на примере этих комнатных растений доказать какой из источников энергии более благоприятен по отношению к окружающей среде (природе);
5. Полученные данные записать в таблицу, прилагающуюся к опыту и в вывод;

Вывод: Я определил более удобный и экономичный в использовании источник энергии и установил влияние на окружающую среду. Второй

источник энергии, а именно солнечные батареи, оказался более удобный в использовании и экономичнее в материальных и денежных растратах. Так же опыт показал, что 2 источник энергии более благоприятен по отношению к окружающей среде (природе).

Выводы: Я создал модель небоскреба: демпфер высотного здания, упругий каркас. Рассчитал сейсмоустойчивость высотного архитектурного сооружения «Альтаир», она равна 10 баллам, этого более чем достаточно, т.к. в Москве и Санкт-Петербурге могут быть землетрясения по шкале не более 2 баллов. Также в ходе работы я проверил небоскреб на обтекаемость и устойчивость под влиянием ветровых потоков, тем самым доказал положительное влияние демпфера на постройку, рассчитал распределение нагрузки на плиту фундамента, и определил какой источник энергии более экологичный и экономичный в использовании. Я считаю, что достиг поставленной цели, задачи, поставленные в начале проектной работы выполнены. Гипотеза подтвердилась экспериментальным путем. Следующим этапом в работе необходимо рассчитать силу давления на грунт и изучить подробнее проблему зеленого строительства для дальнейшего применения в модели своего небоскреба «Альтаир». Кроме того, я заинтересовался использованием в модели небоскреба фильтра для очистки дождевой воды и использованию ее для технических нужд здания. В принципе, строительство предложенной мной модели небоскреба «Альтаир» можно проводить в Москве, Екатеринбурге, Южном Федеральном округе по всем техническим и географическим характеристикам.

Литература

1. Википедия https://ru.wikipedia.org/wiki/Экодевелопмент
2. Зеленые здания. Журнал экотехнологий. выпуск 4, 2014г.
3. Перич А.И. Строим дом легко и просто. ООО Аделант, 2010.
4. Спирито Джанпаола , Терранова Антонино. Самые удивительные небоскребы мира. Издательство: АСТ Астрель, 2014.
5. http://kiino.ru/search/
6. http://www.popmech.ru/technologies/13812-pochemu-ne-p.

Физика в архитектуре

Качан Данил Викторович
Российская Федерация
Ханты-Мансийский Автономныйокруг, г.Мегион
Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение №5«Гимназия»

Сопровождающие материалы

Аэродинами́ческая турби́на это экспериментальная установка, разработанная для изучения эффектов, проявляющихся при обтекании твёрдых тел (самолётов, ракет, мостов, зданий и др.) потоком, а также для экспериментального изучения аэродинамических явлений. Аэродинамическая труба состоит из одного или нескольких вентиляторов(или других устройств нагнетания воздуха), которые нагнетают воздух в трубу, где находится модель исследуемого тела, тем самым создаётся эффект движения тела в воздухе с большой по модулю скоростью (принцип обращения движения);

Де́мпфер – амортизатор, устройство для гашения или предотвращения колебаний, возникающих в сооружениях;

Галте́ль – закругленная планка, соединяющая стыки углов;

Сейсмическая активность (землетрясение) – подземные толчки и колебания поверхности Земли, вызванные естественными причинами (главным образом тектоническими процессами), или искусственными процессами (взрывы, заполнение водохранилищ, обрушение подземных полостей горных выработок). Небольшие толчки могут вызываться также подъёмом лавы при вулканических извержениях;

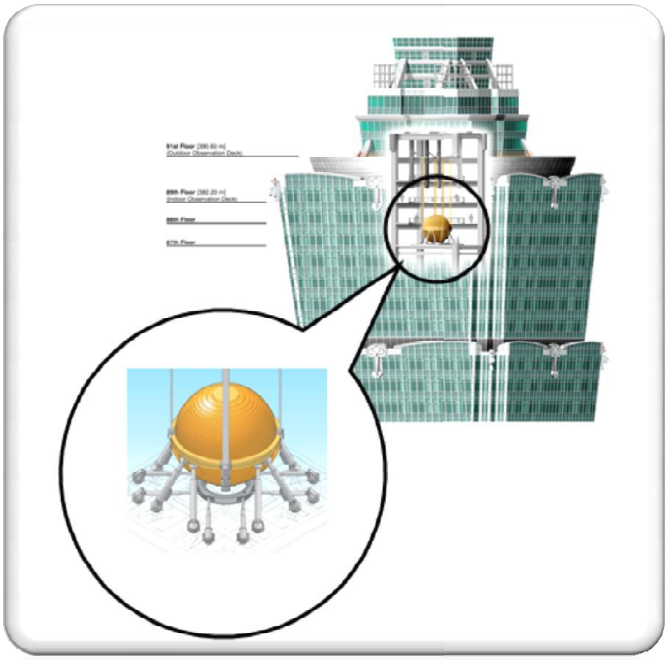
Сейсмо́граф –специальный измерительный прибор, который используется для обнаружения и регистрации всех типов сейсмических волн;

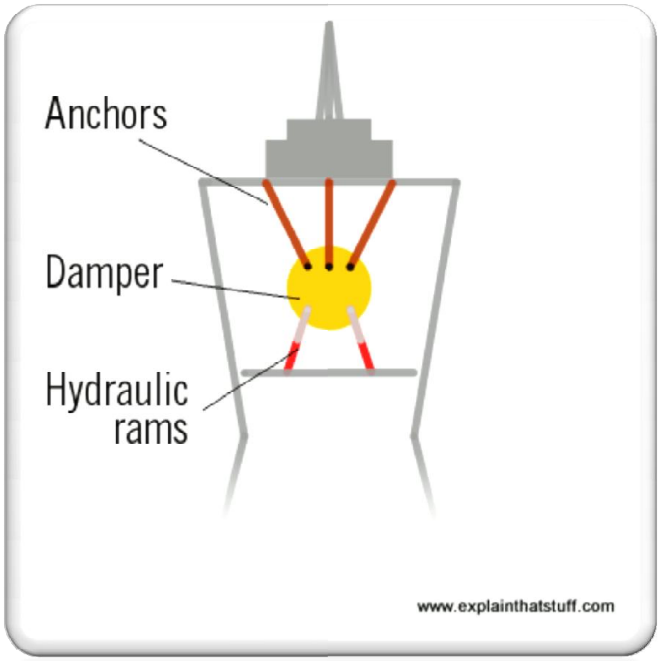
Сейсмоста́нция – прибор имитирующий сейсмическую активность;

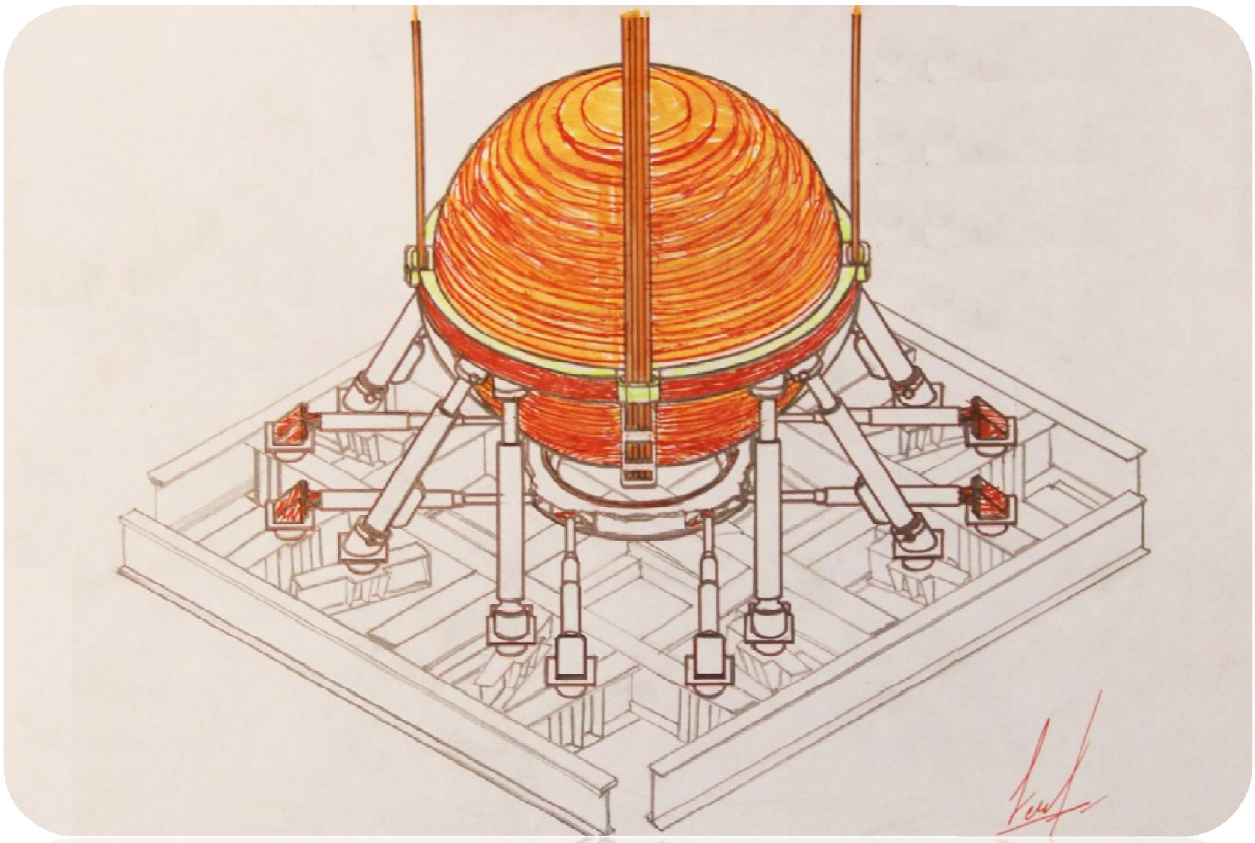
Анемо́метр – прибор для измерения скоростиветра;

Зелёное строительство (Экологическое строительство, Экодевело́пмент) — это вид строительства и эксплуатации зданий, воздействие которых на окружающую среду минимально. Его целью является снижение уровня потребления энергетических и материальных ресурсов на протяжении всего жизненного цикла здания: от выбора участка по проектированию, строительству, эксплуатации, ремонту и сносу. Другой целью *зелёного строительства* является сохранение или повышение качества зданий и комфорта их внутренней среды. Эта практика расширяет и дополняет классическое строительное проектирование понятиями экономии, полезности, долговечности и комфорта.

Демпфер

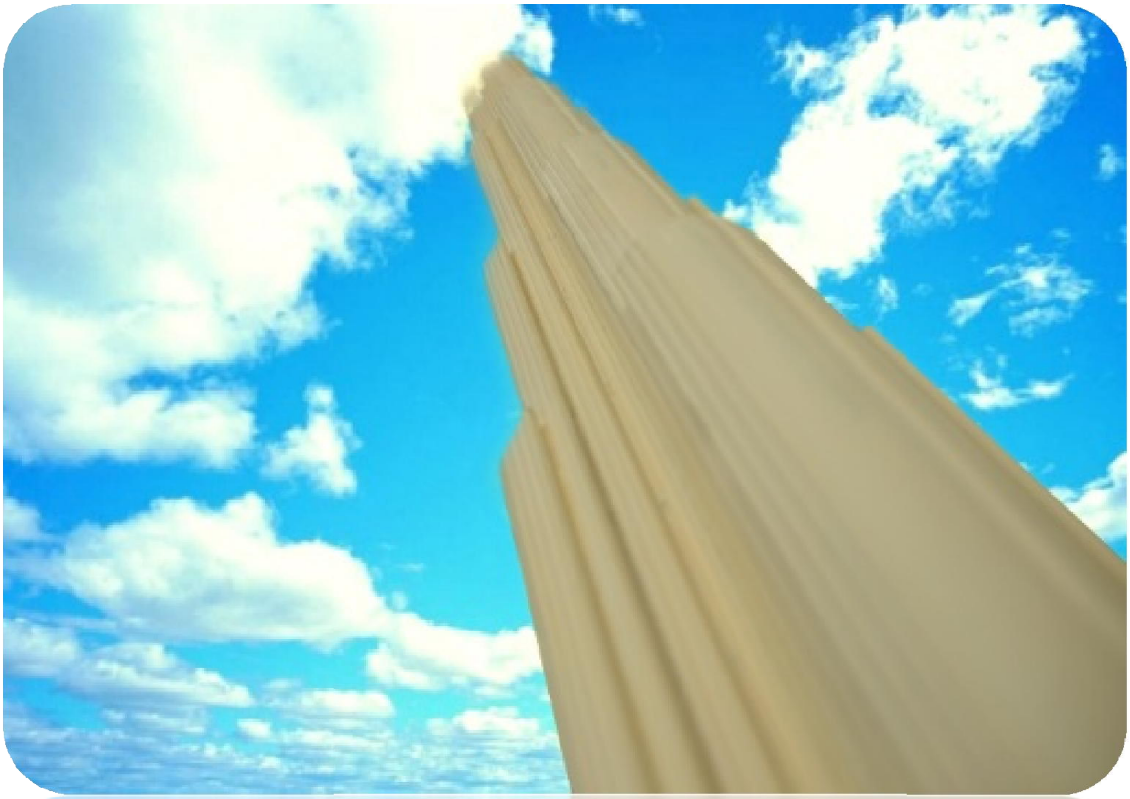


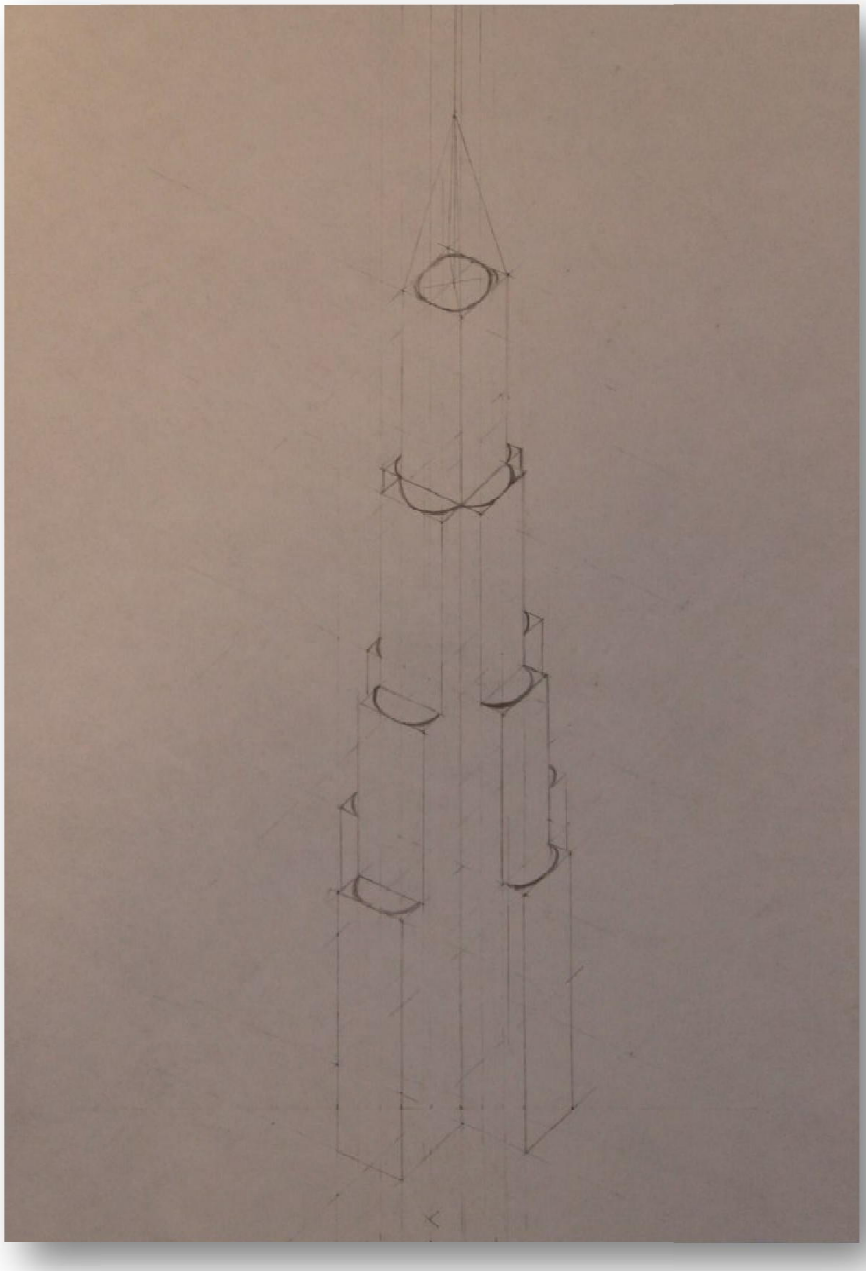




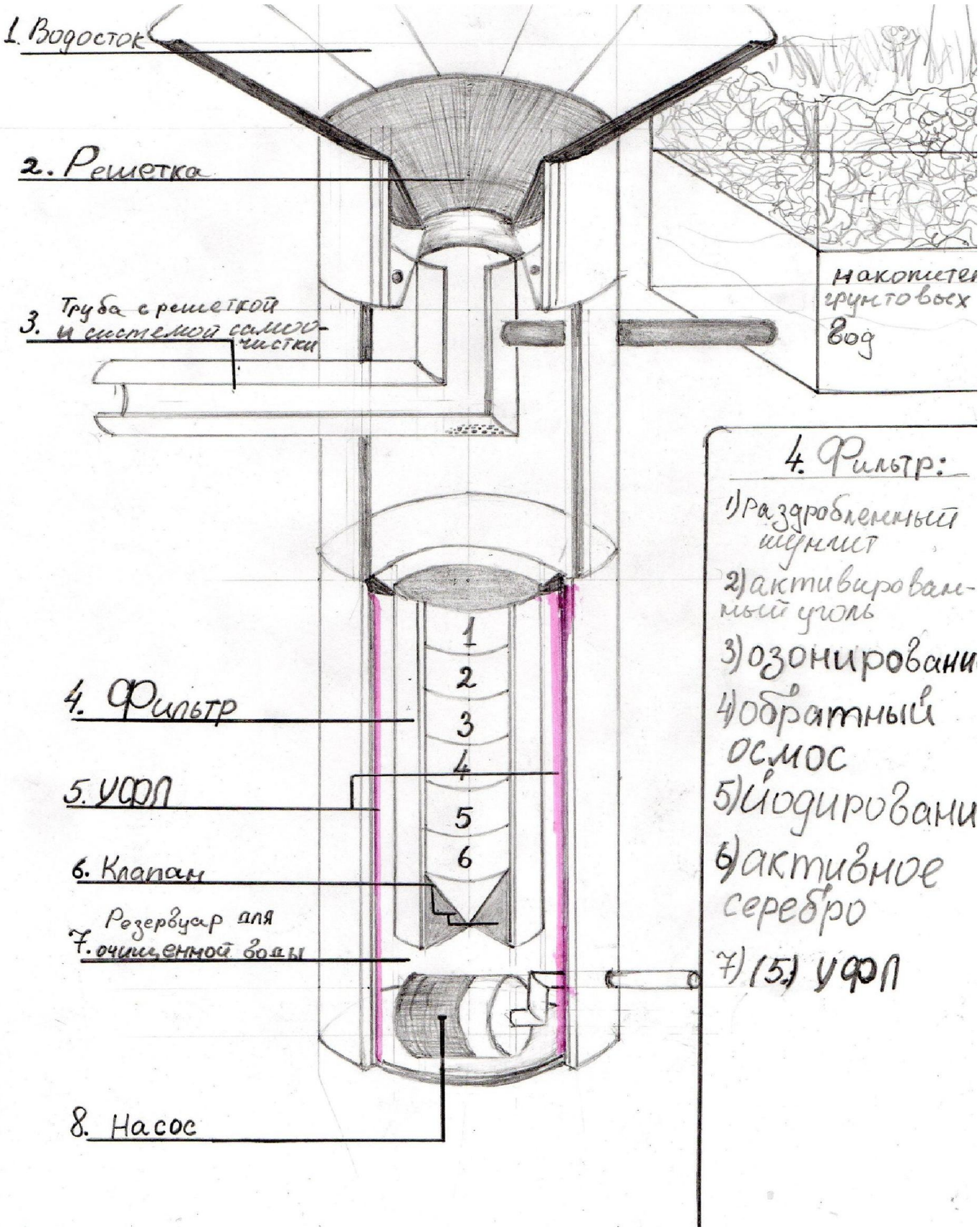
Сейсмограф

Аэродинамическая турбина

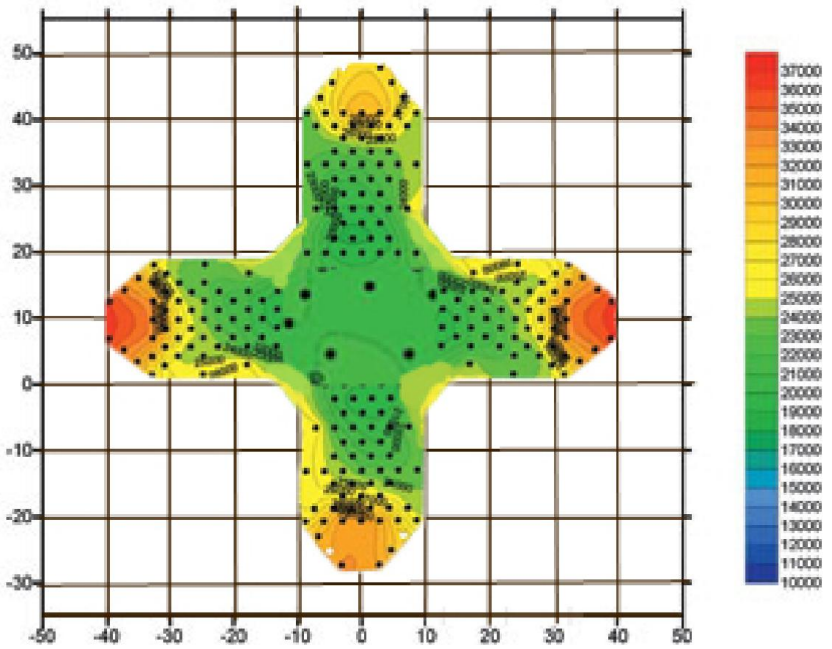


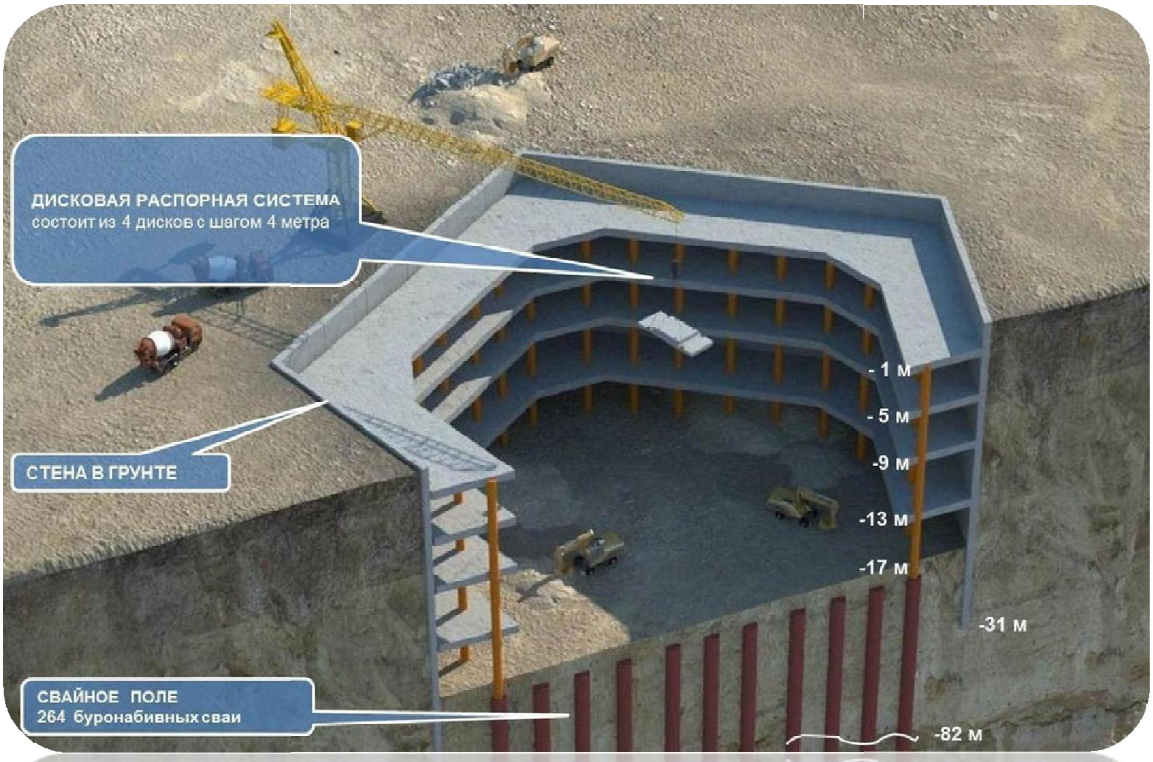


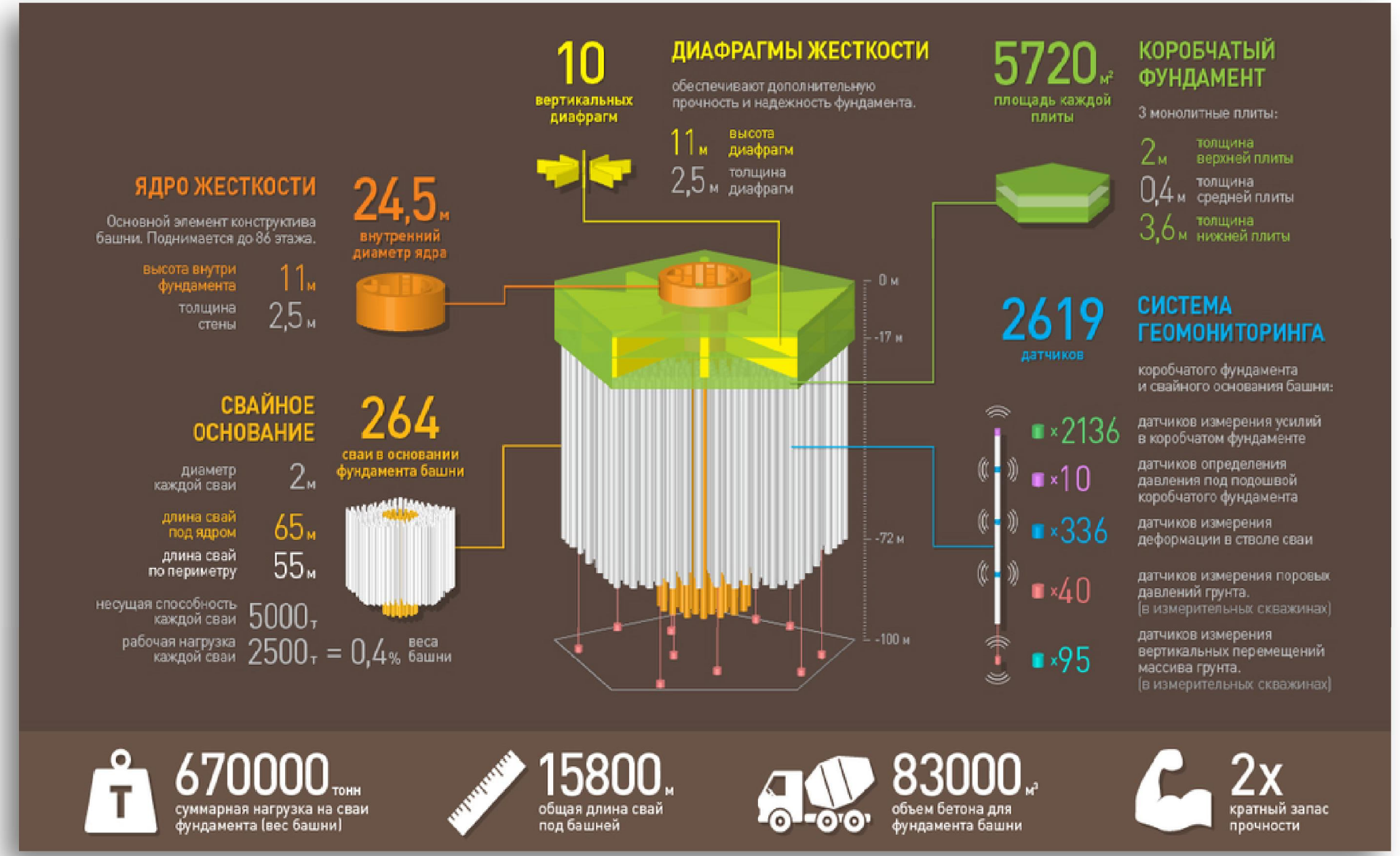
Фильтр для очистки дождевой воды



Фундамент


50
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
-50 -40 -30 -20 -10 0 10 20 30 40 50
37000
36000
35000
34000
33000
32000
31000
30000
29000
28000
27000
26000
25000
24000
23000
22000
21000
20000
19000
18000
17000
16000
15000
14000
13000
12000
11000
10000


ДИСКОВАЯ РАСПОРНАЯ СИСТЕМА
состоит из 4 дисков с шагом 4 метра
СТЕНА В ГРУНТЕ
СВАЙНОЕ ПОЛЕ
264 буронабивных сваи
- 1 м
- 5 м
-9 м
-13 м
-17 м
-31 м
-82 м


10
вертикальных диафрагм
ДИАФРАГМЫ ЖЕСТКОСТИ
обеспечивают дополнительную прочность и надежность фундамента.
11 м высота диафрагм
2,5 м толщина диафрагм
5720 м²
площадь каждой плиты
КОРОБЧАТЫЙ ФУНДАМЕНТ
3 монолитные плиты:
2 м толщина верхней плиты
0,4 м толщина средней плиты
3,6 м толщина нижней плиты
ЯДРО ЖЕСТКОСТИ
Основной элемент конструктива башни. Поднимается до 86 этажа.
высота внутри фундамента 11 м
толщина стены 2,5 м
24,5 м
внутренний диаметр ядра
0 м
-17 м
-72 м
-100 м
2619
датчиков
СИСТЕМА ГЕОМОНИТОРИНГА
коробчатого фундамента и свайного основания башни:
СВАЙНОЕ ОСНОВАНИЕ
264
сваи в основании фундамента башни
диаметр каждой сваи 2 м
длина свай под ядром 65 м
длина свай по периметру 55 м
несущая способность каждой сваи 5000 т
рабочая нагрузка каждой сваи 2500 т = 0,4% веса башни
x2136
датчиков измерения усилий в коробчатом фундаменте
x10
датчиков определения давления под подошвой коробчатого фундамента
x336
датчиков измерения деформации в стволе сваи
x40
датчиков измерения поровых давлений грунта. (в измерительных скважинах)
x95
датчиков измерения вертикальных перемещений массива грунта. (в измерительных скважинах)
670000 тонн
суммарная нагрузка на сваи фундамента (вес башни)
15800 м
общая длина свай под башней
83000 м³
объем бетона для фундамента башни
2x
кратный запас прочности