

**Анкета участника конкурса «Кубок Саммита разработчиков ТРИЗ  
2021/2022»**

1. ФИО участника: Шевелев Егор Александрович, Гомозов Дмитрий Андреевич
2. ФИО руководителя (куратора): Шевелева Елена Владимировна  
Сотовый телефон руководителя: 89603237168
3. ФИО регионального представителя: Сосновская Ольга Олеговна
4. Страна, город, контактная информация: Россия, Пензенская область, город Кузнецк, Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение лицей №21 города Кузнецка Пензенской области
5. Категория (возраст, школа, класс): 17 лет всем участникам, МБОУ лицей №21 города Кузнецка, 11А класс
6. Номинация: Инструменты ТРИЗ
7. Сколько лет и по какой программе идет обучение ТРИЗ: 4 года, внеурочный курс «Интеллект+ с элементами ТРИЗ»

## Картотека «Различные виды фундаментов»

Введение	3
Виды древних фундаментов	4
1. Скальные фундаменты	4
2. Каменные фундаменты (при наличии скального основания)	5
3. Фундаменты районов Двуречья (из сырцового кирпича)	6
4. Насыпные фундаменты (ярусные)	7
5. Ямные углубления (вместо фундаментов)	7
6. Альтернативы фундаментов в земляных жилищах (землянках и полужемлянках)	9
7. Каменные фундаменты на Русской равнине (10-11 века)	9
8. Свайные поселения	10
9. Фундаменты на лежнях	11
10. Ряжи	12
Детали устройства древних фундаментов	12
Фундаментостроение от начала 18 века до наших дней	13
Разведка и оценка грунтов	14
Устройство котлованов	16
11. Опускные колодцы и кессоны	17
12. Свайные основания (бетонные)	20
Конструкции и типы фундаментов в СССР	21
13. Фундаменты из бутобетона	21
14. Сборные фундаменты из готовых элементов	22
Типы современных фундаментов	23
15. Монолитный ленточный фундамент	24
16. Сборные ленточные фундаменты	25
17. Плитные фундаменты	28
18. Столбчатые фундаменты	29
19. Свайные фундаменты	31
Линии развития систем на примере эволюции фундаментов	34
Закон стремления к идеальности	36

## Введение

Всякое сооружение имеет фундамент, который необходим для прочной и надежной установки сооружения на грунт. Опереть сооружение на видимую поверхность грунта в общем случае не всегда представляется возможным, так как верхние его слои в большинстве случаев являются слабыми. Они повреждены дождевой и проточной водой, растительностью, замораживанием и другими факторами. Многовековой опыт и современная наука учат, что опирать сооружения на грунт следует на некоторой глубине, где качество грунта лучше, и исключается возможность появления различных случайностей. Между этой глубиной и внешней поверхностью оказывается промежуток, который и заполняется особой частью конструкции сооружения, называемой фундаментом.

Идея возводить фундаменты возникла в глубочайшей древности. Однако неизвестно, как и при каких обстоятельствах это произошло. Известно лишь то, что римский строитель и писатель Витрувий, живший в 1 веке до нашей эры, в труде «Десять книг об архитектуре» применяет термин фундамент как вполне сложившееся понятие. Это понятие, выражающее символ незыблемости и надежности, прочно вошло в жизненный обиход всех народов.

Первые фундаменты появились в те времена, когда человек научился возводить достаточно сложные жилища, по сравнению с примитивными укрытиями. Развитие фундаментов происходило постепенно в зависимости от технологического прогресса, накопленного опыта и новых знаний. Понадобился не один век для того, чтобы человечество научилось строить современные.

Чтобы построить фундамент, надо предварительно приготовить для него место, т. е. откопать котлован. При этом возникают проблемы борьбы с водой и укрепления его стен, в процессе разрешения которых вырабатываются различные приемы постройки, приобретаются навыки. Непрерывно прогрессирующая строительная техника вносит новые усовершенствования и при этом часто находит новые приемы, значительно облегчающие преодоление препятствий, которые прежде представляли большие трудности.

## Виды древних фундаментов

### 1. Скальные фундаменты

Обитая в пещерах, древний человек видел, что скалы являются твердой опорой для лежащих на них предметов. Отсюда могла возникнуть мысль, что для надежности сооружений, надо устанавливать их на скалу. Это и было обнаружено в древних сооружениях Египта и Индии, которые как бы вырастают из скалы.

Идея располагать сооружения на скале (**прием заранее подложенной подушки**) особенно ярко выражена в сохранившемся до наших дней памятнике древнефиникийского зодчества – храме в Амрите (Сирия). Горизонтальная площадка храма в виде прямоугольника размерами 55 на 48 метров вырублена на склоне скалы, состоящей из известкового туфа. Посредине площадки из этой же скалы высечен постамент высотой 3 м,



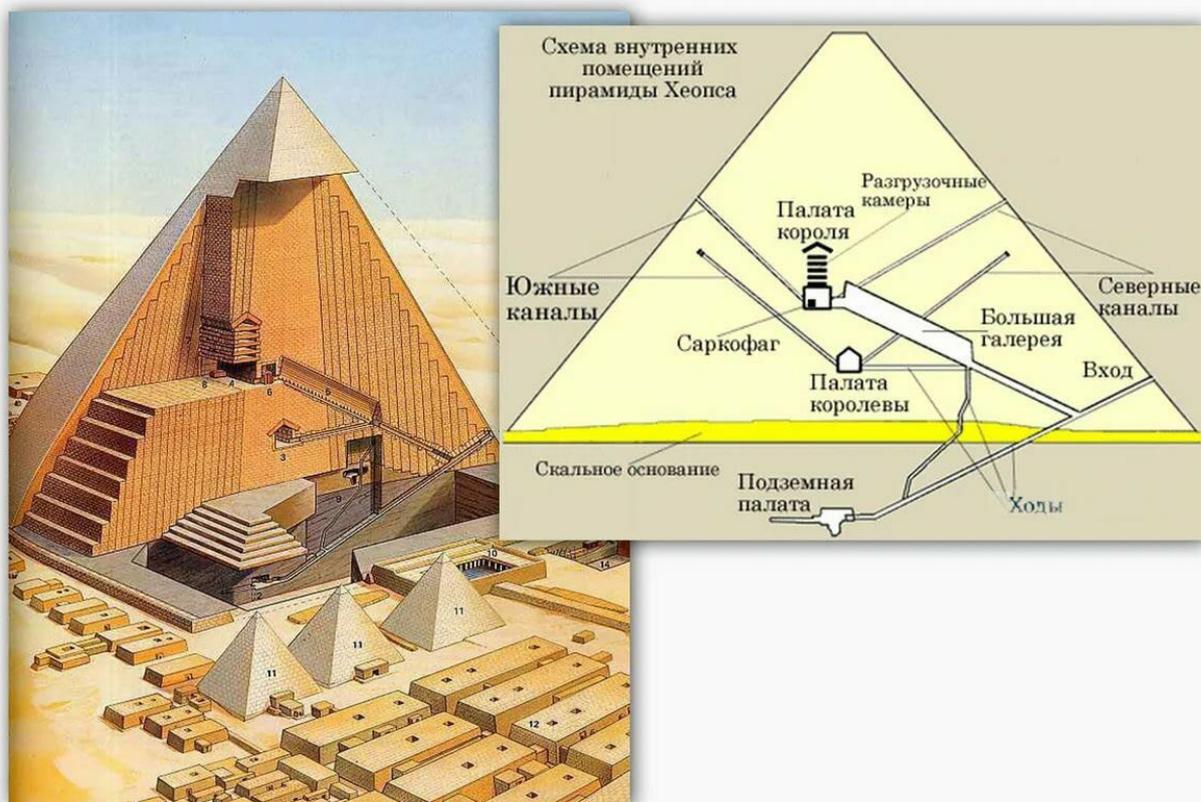
длиной и шириной по 5,5 м. На верхней плоскости постамента сооружен храм из огромных каменных плит, образующих стену и крышу.

В природных пещерах первобытный человек мог заметить, что на дне их под слоем мягкого грунта залегает такая же твердая скала и стоит лишь

откопать этот грунт, как непременно можно встретить хорошее основание. Потом он обнаружил, что и вне пещеры под мягким грунтом или под осыпями часто также залегает надежная скала. Отсюда человек мог сделать вывод о том, что для того чтобы поставить стены и колонны здания на эту скалу, надо откопать мягкий грунт и соответственно добавить некоторое количество камня, с тем чтобы сооружение могло иметь нужный уровень пола. Это заполнение промежутка от поверхности расчищенной скалы до уровня предполагаемого пола, возможно, и послужило прообразом будущего фундамента.

Изучая древние греческие храмы, археологи установили, что их стены и колонны имеют фундаменты, опертые на скалу (для чего верхний рыхлый слой грунта был откопан).

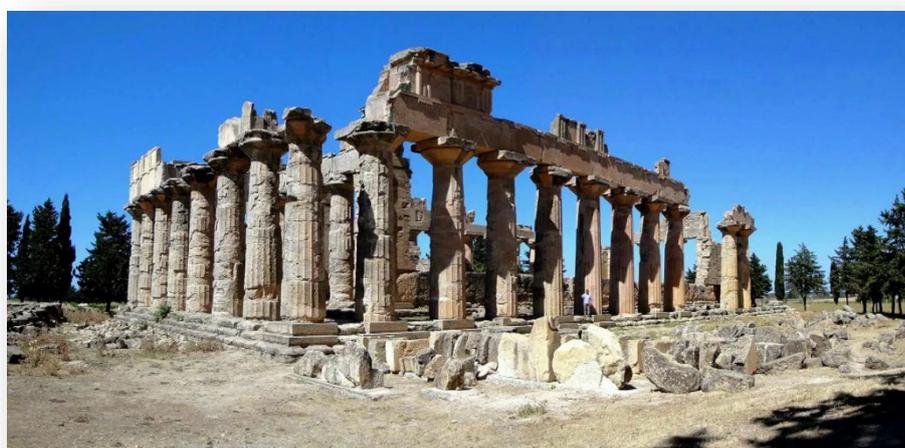
Неоспоримым фактом в строительстве пирамиды Хеопса является наличие скального основания в фундаменте постройки.



**Ресурсы: вещественные, информационные.**

## **2. Каменный фундамент (при наличии скального основания)**

В сохранившемся до наших дней храме Зевса в Олимпии, построенном в 6 веке до нашей эры, фундаменты под стенами и колоннами сделаны из тесаной каменной кладки в виде непрерывных рядов лент.



Там же сохранились остатки древних фундаментов. А также части стен и колонн разрушенного храма Геры. Средняя часть храма возвышается над боковыми частями и соответственно на разной высоте расположены обрезы фундаментов, а промежутки между ними на уровне пола выложены каменными плитами, что создает видимость сплошного фундамента.

На острове Делос обнаружен сплошной фундамент из тесаного камня, построенный в середине 1 века до нашей эры.

Положение подошвы фундаментов в подобных случаях определялось поверхностью и рельефом неглубоко залегающей скалы. Верхнюю плоскость фундаментов греки располагали несколько выше поверхности грунта. А внешние открытые боковые поверхности кладки обрабатывали рустами или облицовывали каменными плитами, иногда из камня другого сорта. Благодаря такому приему создавалось впечатление массивного цоколя (постамент).

В древнем Херсонесе в Крыму обнаружено, что крепостные стены и стены зданий также оперты на скалу (известняк), причем для их установки поверхность была расчищена от слоя грунта, а иногда в скале вырубалась специальная постель. В этой же скале, при необходимости, вырубались подвалы, цистерны и пр.

### **Ресурсы: вещественные, информационные, пространственные**

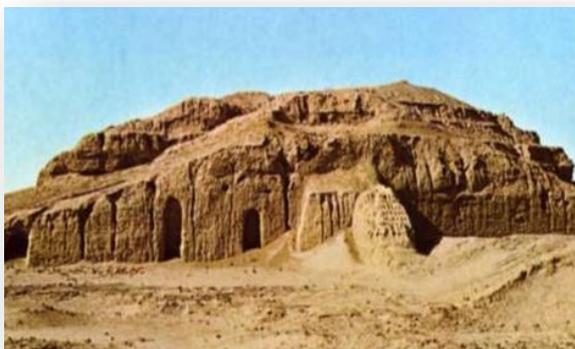
### **3. Фундаменты районов Двуречья (из сырцового кирпича)**

Совершенно по другому типу устраивались фундаменты в районе Двуречья (реки Тигр и Евфрат), где возникли древнейшие восточные культуры. В этом районе залегают мощные толщи мягких наносных грунтов и вовсе нет подстилающей скалы или другого, более плотного грунта.

В итоге раскопок и исследований учеными выяснено, что сооружения здесь установлены на толстых постаментах-платформах, возводимых на поверхности участка из свежеприготовленного сырцового кирпича. Кладка слеживалась и образовывалась сплошной монолит, который своим весом обжимал слабый местный грунт и отлично распределял нагрузку сооружения на основание. Такая платформа-постамент устраивалась общей под всем сооружением и делалась значительной толщины. Так, под одним из дворцов толщина постамента равна 14 метрам.

Английская археологическая экспедиция (1922-1934 гг.) под руководством Л. Вулли обнаружила части разрушенного храма и несколько зданий. Установлено, что нижний ярус платформы-постаменты храма (зиккурата) имеет в плане размеры 50 на 40 метров и высоту 15 метров, а все сооружение

представляет собой возвышенность уступчатой формы из сырцовой кирпичной кладки, причем наружные поверхности его были облицованы обожженным кирпичом на битуме.



Фундаменты городских зданий были обнаружены двух типов: в виде площадки, сооружаемой на поверхности участка в 1-3 слоя сырцового кирпича, уложенного плашмя, и виде неглубоких канавок с уложенными в них в 2-3 слоя сырцовыми кирпичами.

**Ресурсы: вещественные, информационные, временные.**

#### **4. Насыпные фундаменты (ярусные)**

Глинобитные стены древних построек, возводимые как на фундаментах траншейного типа так и других типов, очень быстро разрушались, тогда участок выравнивали, снова делали выстилку кирпичом и сооружали новый дом. Таким образом, с течением времени поверхность постепенно поднималась до высоты нескольких метров, сохраняя в себе несколько ярусов фундаментов. Так, в 30 км от Ашхабада обнаружено древнее земледельческое поселение Джейтаун (5 век до нашей эры), в котором дома строили из вытянутых блоков, напоминающие булки, скатанные из глины. Нижний ряд блоков укладывали прямо на поверхность грунта. Такие дома быстро разрушались, и на их месте отстраивали новые дома, образуя новый ярус (**обратить вред в пользу**). В отдельных случаях слой напластований мог оказаться мощностью в 32 метра.

**Ресурсы: вещественные, информационные, временные.**

#### **5. Ямные углубления (вместо фундаментов)**

Первобытные люди, обитающие на Европейском континенте и Британских островах, видели разбросанные в лесах и на лугах большие камни сглаженной и округлой формы. Это валуны, принесенные льдом во время ледникового периода. Из них начали возводить простейшие сооружения – устанавливать пограничные камни, камни-путеводители. Менгиры – камни

культового назначения, строить более сложные дольмены – погребальные, мемориальные сооружения. Эти камни устанавливались или непосредственно на поверхность грунта, или в откопанные неглубокие ямы (**прием обратной связи**). Такие камни существуют до сих пор и свидетельствуют о деятельности первобытного человека.

Дольмены начали возводить значительно позднее менгиров. Их стены имеют большее заглубление в грунт, вследствие чего они более устойчивы и лучше сохраняются.

В южной Англии сохранились развалины одного из интереснейших сооружений прошлого – Стоунхенджа, возникновение которого английские археологи относят к 1680 г. до нашей эры. Высокие камни-пилоны этого



сооружения расположены по кругу и попарно объединялись каменными архитравами – перекладинами весом до 7 тонн. Столбы несколько меньшей высоты установлены по внешнему кругу. С самолета видно, что все сооружение защищено круговой насыпью.

Первобытный человек не мог не заметить. Как некоторые менгиры, поставленные на поверхность грунта, наклонялись и падали, а заглубленные в землю продолжали стоять, и что причина этого – разрушение грунта дождевой водой и зимнее замораживание. Также можно было заметить, что там, где место было сухое и грунт не глинистый, валуны лежали прочно, и что если их сблизить, то можно получить основание для укладки бревен, на которых в свою очередь можно устанавливать стены и пол дома. Так возникла практика устройства фундаментов жилых домов и хозяйственных построек в Скандинавии и других странах Европы.

**Ресурсы:            вещественные,            информационные,            временные,  
пространственные**

## **6. Альтернативы фундаментов в земляных жилищах (землянках и полуземлянках)**

Первобытные люди на Русской равнине (3 тысячелетие до нашей эры) жили в землянках и полуземлянках. Полуземлянки заглублялись в землю на 0,7 – 1 м, а землянки несколько глубже. В некоторых полуземлянках было обнаружено укрепление отвесов выемки глиняной обмазкой, плетнями и горизонтальными бревнами, удерживаемыми вертикально забитыми кольями (забирками) **(прием посредника)**. Здесь же были обнаружены остатки наземной конструкции в виде перекрытия пирамидальным срубом. Бревна сруба концами опирались на грунт. Следовательно, для полуземлянок, даже с улучшенным перекрытием, фундаментов, как таковых еще не требовалось, но попытки каким-то образом укреплять жилища уже были.

По результатам экспедиции 1951 года восстановлен вид жилого дома с вертикальными наземными стенами и двухскатной крышей поселения-городища Екимауцы (погибло в первой половине 11 века). Стены имели вертикальный каркас из забитых в грунт жердей, обмазанных с обеих сторон глиной. В полу жилища, несколько отступя, около стен, сделано углубление немного ниже уровня земли, благодаря чему вдоль стен образована ступень-лежанка. Вертикальные грани этой ступени, образованной в плотной глине, дополнительно обмазаны глиной и обожжены, но фундамент здесь также был не нужен. В наиболее ранних полуземлянках этого типа поселений полы просто покрывались ракушками для предохранения от сырости **(прием заранее подложенной подушки)**.

В поселениях Мальта и Буреть, открытых под иркутском, стены и полы полуземлянок укреплены известняковыми плитами, т. е. камнем, которым богат район.

**Ресурсы: вещественные, информационные.**

## **7. Каменные фундаменты на Русской равнине (10-11 века)**

Исследованиями установлено, что каменные здания и каменные фундаменты на Русской равнине появились в период Киевской Руси, т. е. в 10-11 веках. При раскопках в центре Киева обнаружены каменные фундаменты княжеского дворца 10 века, такие же фундаменты имела и Десятинная церковь в Киеве, разрушенная в 1240 году татаро-монгольскими ордами, и Софийский собор, строительство которого было начато в 1037 году. Эти фундаменты сделаны из постелистого известняка по типу греческих.

Обычные же горожане жили в полуземлянках, имевших над землей стены из деревянного каркаса, обмазанного глиной.

Греческий обычай ставить фундаменты на скалу здесь в следствие ее отсутствия оказался неосуществимым. Поэтому фундаменты были заглублены в грунт на 1-2 метра. Такой способ возведения фундаментов следует считать оригинальным местным способом, который, судя по раскопкам в других городах, получил широкое распространение в России.

В Греции и Риме фундаменты строили из каменной кладки, применяя для этого отесанные известняковые камни, укладываемые насухо, т.е. без заполнения швов. Позже стали применять камни неправильной формы, заполняя пустоты глиной или песком, а затем известковым раствором. В последние века до нашей эры для постройки фундаментов уже начали применять бетон. Примерно такая же последовательность в технике сооружения каменных фундаментов существовала и в других странах Европы и Америки.

**Ресурсы: вещественные, информационные, пространственные.**

## **8. Свайные поселения**

Путешественники 18-19 веков, посещавшие южные страны, приводят описание не только отдельных жилищ, но и целых поселков, устроенных на помостах, возвышавшихся над водой и опертых на сваи. Случай помог



археологам открыть в 1854 году остатки древнего свайного поселения на дне Цюрихского озера в Швейцарии. Впоследствии остатки подобных

сооружений были найдены на дне многих озер в Европе и Америке. В 1938 году аналогичные находки были сделаны в СССР, среди которых большую известность получили свайные поселения рыболовов-охотников, живших в 3-2 тысячелетии до нашей эры в Приуралье.

Какова бы ни была причина возникновения свайных построек, древний человек доказал, что забитые вертикально в грунт бревна, или, как их называют теперь, сваи, могут воспринимать нагрузку и достаточно устойчивы. Однако если сваи в начале применялись как стойки, благодаря чему можно было поднять пол жилья над водой или грунтом, то впоследствии, как об этом упоминает Витрувий, их стали применять для укрепления слабого грунта, забивая в грунт полностью на всю длину. Применение свай давало возможность возводить на слабых грунтах значительные сооружения. Например, из-за особенностей почвы в Нидерландах весь Амстердам стоит на «сваях» (**прием дробления**).

Еще в 1908 году на Шигирском и Горбуновском торфяниках Среднего Зауралья в слое торфа на глубине 2 метров были найдены хорошо сохранившиеся помосты из тонких бревен, уложенные на лежни. При этом бревна во избежание смещения, по краям были укреплены вертикально забитыми кольями. Впоследствии было установлено, что такого рода платформы сооружались здесь, для того чтобы образовать хорошее основание для устройства домов.

**Ресурсы: вещественные, информационные, пространственные.**

## **9. Фундаменты на лежнях**

В средневековых сооружениях Европы встречаются фундаменты на лежнях. В некоторых случаях под подошвой кладки имеется сплошной дощатый или брусчатый настил. Фундаменты такого типа были известны еще в глубокой древности. Они встречаются в болотных поселениях Среднего Зауралья и Египте, где по словам ученых один египетский царь, готовясь построить кирпичную пирамиду, предварительно уложил в болоте деревянные балки и на них стал класть кирпичи.

В русских летописях есть упоминание о том, что в 9 веке применяли деревянные венчатые оборонительные ограды. В этих сооружениях впервые нижние венцы бревен служили фундаментами. При тяжелой нагрузке под нижний венец подкатывали поперечные коротыши их бревен или плах (**прием посредника**). Таким образом, горизонтальные бревна являлись простейшими фундаментами, а конструкция с коротышами представляла собой фундамент более сложного типа.

В 1951-1955 годах Новгородской экспедицией были откопаны подобные фундаменты жилых домов. Здесь коротыши в зависимости от нагрузок укладывали на разных расстояниях, а при слабом грунте даже вплотную (**принцип динамичности**).

Совсем недавно в Московском Кремле были найдены остатки дубовой стены, нижние бревна которой лежали на коротких поперечных бревнах, причем сучья были только затесаны и удерживали верхние бревна от бокового смещения.

**Ресурсы: вещественные, информационные, системный эффект.**

## 10. Ряжи



Для устройства сооружений на местности, покрытой водой, включая и опоры мостов, в качестве опор и оснований применяли ряжи, т.е. конструкции из перекрестных деревянных бревен или брусьев. Ряжи устраивали в виде клеток с небольшими ячейками, снабженными

на уровне нижних венцов днищами. Ячейки ряжа на плаву загружались камнем, в результате чего ряж постепенно осаживался на дно водоема.

Идея ряжа могла появиться одновременно в разных местах, чему свидетельствует сооружение из базальтовых брусьев, найденное на острове Понале в Каролинском архипелаге.

**Ресурсы: вещественные, информационные.**

## **Детали устройства древних фундаментов**

Видимо, местные условия, в которых жил древний человек, побуждали его укреплять основание своего жилища, подбирать для этого соответствующие материалы и совершенствовать конструкцию оснований жилища. Однако идеи и способы укрепления оснований, существовавшие у различных народов, могли иметь то или иное сходство. С течением времени в разных местах

земного шара применительно к местным условиям вырабатывались те или иные приемы устройства фундаментов, которые можно свести к следующему:

- ❖ подошву фундаментов опирали на скалу или на кровлю слоя плотного грунта, откапывая для этого котлован или расчищая поверхность на требуемую глубину;
- ❖ при обычном грунте (песок, глина и др.) фундаменты закладывали в этом грунте, заглубляя их на 1-2 метра;
- ❖ при слабом, рыхлом или насыщенном водой грунте применяли свайное основание, бревенчатые настилы или насыпи;
- ❖ на местности, покрытой водой, применяли сваи (если их можно было забить) или делали насыпи;
- ❖ в районах, где залегали мощные слои мягких грунтов и не было лесного материала для изготовления свай, фундаменты сооружали в виде толстого массива – постамента, возводимого из свежего сырцового кирпича. Этот прием, возникший в странах Древнего Востока, может рассматриваться как прообраз современных песчаных подушек и сплошных фундаментных плит.

В Римской империи и Византии возводились большие и сложные сооружения, многие из которых сохранились до наших дней, что свидетельствует о хорошем качестве их фундаментов.

Уцелевшие сооружения Древней Руси также свидетельствуют об умении русских мастеров строить фундаменты хорошего качества.

Исследователи отмечают, что в Египте фундаменты делали небрежно, а в Греции более качественно, изготавливая нижнюю их часть из больших тесаных камней, а верхнюю из бутовой кладки или кирпича.

### **Фундаментостроение от начала 18 века до наших дней**

С начала 18 века возникает необходимость изучения и усовершенствования технологий возведения фундаментов, а также изучения грунтов и особенностей местностей.

Петр 1, сам будучи выдающимся строителем, назначил себе в помощники инженера М.И. Сердюкова. Он то и обратил внимание на возникающие при строительстве ошибки и неполадки, которые произошли вследствие пренебрежения к изучению местных условий и неумения к ним приспособиться, а также механического переноса на работы в России навыков западноевропейской техники. Таким образом он установил важнейшее значение местных гидрогеологических условий, климата и других обстоятельств, влияющих на выбор системы и устройства фундаментов.

К вопросам фундаментостроения в России в 18 веке проявляли значительный интерес и знакомились с иностранной практикой. Так, Петр 1 писал в письме, что ему надо выучить «манер голландской архитектуры, а особливо ...фундаменты» вследствие схожести грунтовых условий и влажности.

Интересно упомянуть, что в «Руководстве по строительному искусству» времен Петра 1 содержатся указания о назначении ширины фундаментов в зависимости от толщины стен и породы грунтов, о глубине заложения фундаментов и необходимости прорезки толщи слоя насыпного слоя.

В середине 19 века было завершено сооружение Исаакиевского собора, фундамент которого в виде сплошного массива из каменной кладки размером 110x100x7 м устроен на сваях (**принцип объединения**) длиной до 6-8 метров, забитых на очень близком друг от друга расстоянии (**принцип динамичности**). Это сооружение, построенное в труднейших гидрогеологических условиях, требовало новейших специальных конструкций, способов производства работ и внесло существенные усовершенствования в сооружение свайных оснований.

В конце 19 века при постройке фундаментов опор мостов были впервые применены кессоны.

В 19 веке появились печатные книги по строительству. В этих книгах значительное внимание было уделено вопросам устройства фундаментов. В 1869 году появилась первая в России специальная учебная книга по вопросам фундаментостроения, написанная В. М. Карловичем (1834-1892). Первоначально ее название было «Опыт разработки вопросов об устройстве оснований и фундаментов», чем с одной стороны отмечалось, значение, которое придавали фундаментам, и с другой указывалось на необходимость изучать фундаменты особо, так как имевшихся общих сведений уже было недостаточно.

Вслед за этой книгой были изданы другие учебные пособия, как в России, так и за рубежом, а в конце 19 века появилась обширная практическая литература.

### **Разведка и оценка грунтов**

Разведка и оценка грунтов на строительной площадке с течением времени стала важнейшим мероприятием при проектировании и постройке фундаментов. Она преследует цели: выявление геологического строения участка (разреза), определение несущей способности основания, что в то время выражали величиной допускаемого напряжения на основание, и получение характеристик для расчета вероятного его сжатия (осадок).

В старину при изучении грунтов откапывали шурфы и колодцы, а в 19 веке был изобретен способ бурения разведочных скважин небольшого диаметра и сконструированы инструменты и машины для этого, получившие впоследствии значительное усовершенствование. В 20 веке была усовершенствована методика и аппаратура для изучения грунтов, выработаны приемы распознавания их качества и оценки. Особенные трудности возникали, когда требовалось выражать оценки в числовых характеристиках.

Еще в недалеком прошлом при оценке грунтов ограничивались делением их на две категории: хорошие и слабые грунты. Позже стали разделять грунты на три категории. Так А. И. Красовский подразделял грунты на плотные, т.е. несжимаемые; посредственные, или мало и равномерно сжимаемые; слабые, т.е. сильно и неравномерно сжимаемые.

Слабые грунты рекомендовалось предварительно уплотнять путем забивки свай, укладки лежней и «посредством наложения на грунт временного груза, равного весу возводимого здания, т.е. то, что в настоящее время называют предварительным обжатием **(принцип заранее подложенной подушки)**».

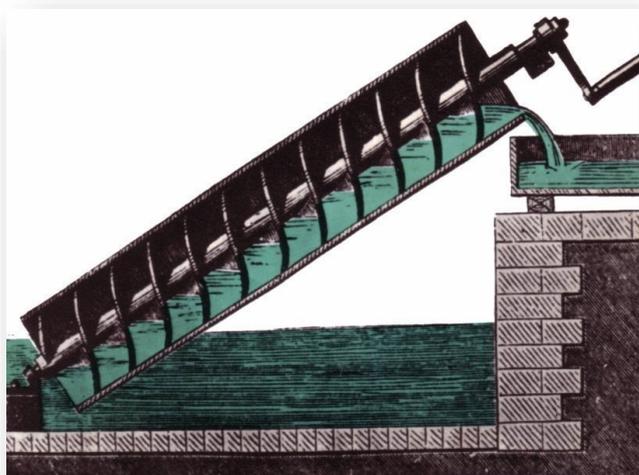
Усов классифицирует грунты в отношении устройства оснований, разделяя их также на три класса. К первому классу он относит грунты твердые каменистые, которые не сжимаются и сопротивляются размыванию водой; ко второму – хрящеватые (по-современному - гравелистые) и песчаные земляные породы, которые также не сжимаются, но без ограждения не могут сопротивляться размыву водой; к третьему классу – всякого рода земли от растительной до глинистой и болотной почв, торфяные земли и все прочие, которые от давления сжимаются и размываются водой.

Карлович разделяет грунты по составу на скалистые, хрящеватые, глинистые, песчаные, болотные, иловатые и торфяные, добавляя, что по действию воды грунты можно разделить на размываемые и не размываемые.

Эти виды классификаций грунтов применялись долгое время и лишь в первой четверти 20 века последовательно были заменены другими, согласно которым характеристики грунтов определяются физическими качествами, и их зерновым составом, объемным весом и пористостью.

## Устройство котлованов

При устройстве котлованов для фундаментов приходится выполнять комплекс из трех видов работ: крепление стен, откопка (удаление грунта) и



борьба с водой, что называют осушением котлована. Соотношение между видами этих работ зависит от конкретных местных условий, а развитие каждого из них происходило обособленно и неравномерно.

**Осушение.** Для осушения котлованов в глубокой древности применяли различные черпаки, потом простейшие водоотливные машины, в том числе и Архимедов винт. В более позднее время широкое распространение получили ручные насосы.

Новый период в развитии водоотливной техники наступил в 20 веке, когда появились насосы с механическим двигателем. Последующие усовершенствования привели к изобретению в 20 веке центробежного насоса, который занял ведущее место в водоотливной технике.

Было замечено, что при откачке воды из котлована грунт на его дне сильно разрушается. Для борьбы с этим явлением с древних времен применялись различные средства, например, укрепление дна слоем гравия или щебня или даже втрамбовыванием мелкого камня (**принцип заранее подложенной подушки**), причем эти меры характерны для 19 века. С конца 19 века и в 20 веке вопрос о сохранении грунта на дне котлована стали ставить шире и изыскивать защитные меры иного порядка. Так, например, было найдено, что следует откачивать воду из особого сборного колодца (**принцип посредника**), выкопанного ниже дна котлована, и на дне котлована устраивать канавки (**принцип посредника**) для стока воды. В итоге эти поиски привели к изобретению способа понижения уровня воды посредством высасывания ее из толщи грунта через особые скважины (колодцы-фильтры). Этот способ стал называться глубинным, или грунтовым, водоотливом.

Примерно в 30-х годах 20 века в Америке было изобретено особое оборудование, названное иглофильтрами (иглофильтры представляют собой систему из множества мелких насосов – **прием дробления**), которое вскоре

нашло широкое распространение. В 40-х годах оно было применено в СССР со значительными усовершенствованиями.

**Крепление стен.** Крепили отвесные грани еще в древности. Ранее было упомянуто как это делали в землянках и полуземлянках.

Крепление отвесных граней применялось не только в котлованах, но и в постоянных сооружениях, например, набережных стенках, шлюзах и т.п.

В наше время укрепление отвесных стен котлованов и вообще выемок в большинстве случаев делается из металлического и деревянного шпунта, а постоянных ограждений – из железобетонного шпунта.

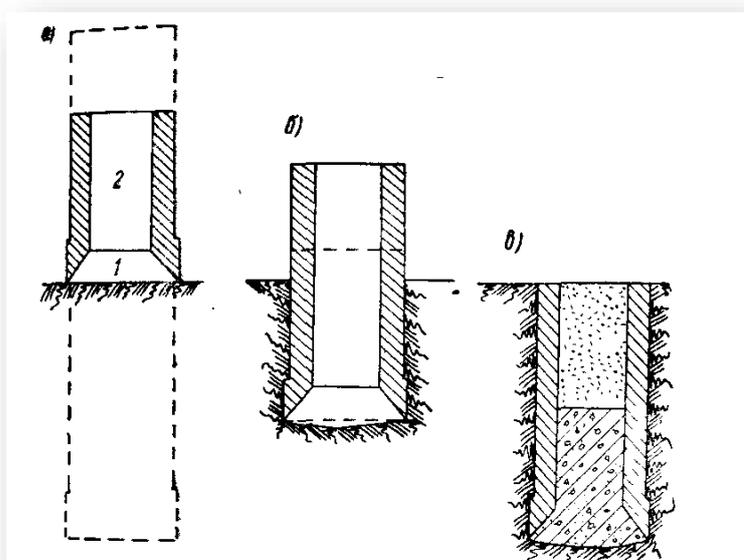
Но в плотных грунтах, особенно грунтах, содержащих гравий, валуны или каменные прослойки, забивка шпунтов становится неосуществимой, а значит появляются другие приемы укрепления отвесных граней выемок. Так, в старину в Сибири и Канаде для откопки колодцев и котлованов в водонасыщенных грунтах еще с 15 века применяли вымораживание грунтов (**принцип вынесения**), называя этот прием проморозкой. Этот способ широко был использован в России при постройке сооружений Сибирской железной дороги.

Замороженная грунтовая стенка является полностью водонепроницаемой, и, таким образом, проморозка служит одновременно мощным средством для борьбы с водой. Это послужило поводом к изобретению способа искусственного замораживания грунтов, осуществляемого посредством холодильных машин, появившихся в 1875 году. В 20 веке искусственное замораживание является важнейшим способом, применяемым при разработке котлованов, проходке шахт, устройстве метрополитенов и других сооружений в слабых водоносных грунтах.

## **11. Опускные колодцы и кессоны**

Способ постройки фундаментов, известный под названием опускного колодца, возник в Индии в очень древнее время, затем был изучен англичанами в середине 19 века. Впоследствии этот способ получил широкое распространение в Европе и Америке.

Сущность этого способа состоит в следующем. На поверхности грунта, или если выгодно, то в котловане, откопанном до уровня грунтовой воды строят

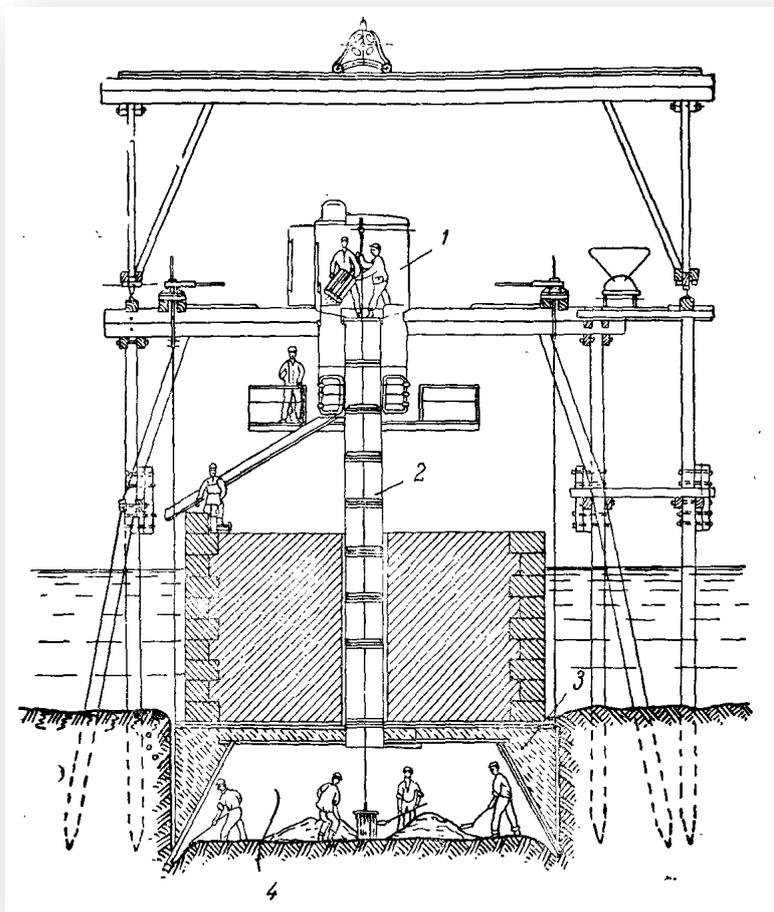


нижнюю часть фундамента (иногда и на всю его высоту), оставляя по вертикальной его оси шахту 2. Внизу которой делают расширение, образуя этим рабочую камеру 1. Затем через шахту в рабочую камеру опускаются рабочие, которые, подкапывая колодец снизу, производят его погружение. Откопанный

грунт через шахту поднимают вверх и выбрасывают в отвал. В водоносных грунтах погружение колодца производится с водоотливом, а если последнее невозможно, то черпанием грунта сверху без удаления воды. Вместо черпака, применявшегося для этой цели под названием индийской лопаты, известной с древних времен, теперь применяется грейфер. Когда низ колодца достигнет проектной глубины (отметки), рабочая камера и шахта заполняются кладкой или бетоном и колодец превращается в фундамент (в).



Необходимость в постройке фундаментов глубоких опор при возведении мостов возникла в Европе и Америке раньше, чем стал известен и был достаточно освоен здесь индийский способ опускного колодца. Поэтому во второй половине 19 века и в начале 20 века получил распространение способ работ с применением сжатого воздуха, названный кессонным способом.



Кессон, в отличие от опускного колодца, представляет собой как бы опрокинутый ящик 4, наполненный сжатым воздухом (принцип посредника), который вытесняет воду из камеры под ножа его стены. Доступ в камеру производится через шахтные трубы 2 и воздушные шлюзы 1. Давление воздуха должно увеличиваться на 1 атмосфер на каждые 10 м заглубления ножа ниже уровня воды. На рисунке показано производство кессонных работ, каким оно выглядело в конце 19

века при использовании ручного труда.

Первый из кессонов для постройки фундамента опоры железнодорожного моста был опущен в Англии (1851). Первые кессоны в Европе изготовляли из металла.

В России впервые металлические кессоны были опущены в Ковно для сооружения опор железнодорожного моста через реку Неман (1856-1858). В Америке кессоны первоначально делали деревянными. Первые из них были опущены для устройства опор висячего Бруклинского моста. В России деревянные кессоны были применены при постройке мостов Сибирской железной дороги (1894-1897) по проекту инженера Е. К. Кнорре. Внешние стенки кессона состояли из вертикальных брусьев, укладываемых по наклонной грани консолей боковых стен и горизонтально по потолку.

Промежутки между брусьями (стенками) заполнялись бетоном. Модель такого кессона, названного русским, была представлена на Всемирной выставке в Париже (1900), где получила большую золотую медаль. Русские кессоны широко применялись до 1930 годов.

В 1899 году в России инженер А. Н. Лептовский впервые в мире построил кессон с боковыми стенами (консолями) из бутовой кладки и толстым армированным бетонным рельсом потолком. К 1913 году в России было опущено почти 150 таких кессонов. Этот тип кессона послужил предшественником железобетонных кессонов, впервые появившихся в Германии (1910-1913).

**Ресурсы: вещественные, информационные, пространственные, функциональные.**

## **12. Свайные основания (бетонные)**

Если свайные основания с давних времен применяли как средство передачи нагрузки на слабые грунты и возведения сооружений на местности, покрытой водой, то в 20 веке их начали применять при сооружении зданий на хороших грунтах. В применении к сооружениям на местности, покрытой водой, уже давно определился тип свайного основания, у которого верхушки свай возвышаются над уровнем воды или погружаются ниже его лишь на небольшую глубину. Такой тип свайного основания с частичным погружением свай называли высоким свайным ростверком. Свайные основания, у которого сваи погружаются в грунт на всю длину, называли низким свайным ростверком. Иногда при устройстве низкого свайного ростверка верхушки свай погружаются ниже поверхности грунта. В таком случае основание сооружается в котловане, как и обыкновенные фундаменты.

**Типы свай.** В 20 веке принято разделять сваи на две большие группы: готовые (забивные) сваи и набивные, изготовляемые в грунте. Набивные сваи иногда называют местными.

Готовые сваи в 20 веке имели наибольшее распространение. Древние сваи были деревянными. Они представляли собой бревна с заостренным нижним концом. Но так как они подвержены гниению, то люди стали задумываться о способе увеличения долговечности свай. В 20 веке начались поиски по изготовлению трубчатых свай из негниющих материалов, в качестве которого применяли чугун. Однако чугунные сваи вследствие большого веса, высокой стоимости и трудности погружения не получили распространения. Во второй половине 19 века появились железные сваи, в том числе и винтовые, изобретенные английскими инженерами. Железные сваи применялись при сооружении опор мостов, пристаней и набережных.

В 20 веке железные сваи, получившие название стальных свай, начали изготавливать в виде трубчатых прокатных профилей, прокатных двутавров, усиленных в некоторых местах по длине плоскими планками, и в виде труб со специальной гофрировкой. Для удобства погружения трубчатых свай применялись винтовые башмаки (**прием посредника**). В СССР (50-60 годы 20 века) изобрели камуфлированные сваи с уширенной пятой, образуемой путем взрыва.

В конце 19 века впервые появились железобетонные сваи, которым вначале придавали круглое сечение. Размеры этих свай соответствовали размерам обычных деревянных свай. С 1910 года их стали делать прямоугольного сплошного сечения, а затем трубчатого и придавать им иногда огромные размеры. Поскольку подобные сваи обладали большим весом, вскоре появились системы составных по длине свай из коротких элементов (**принципы дробления и вынесения**).

Наряду с железобетонными сваями были сделаны попытки применить бетонные сваи и сваи из щебня, изготавливаемые в скважине, которую формовали (вибрировали или пробивали) в грунте. Однако это оказалось очень медленным и трудоемким процессом. И лишь с изобретением в России набивных бетонных свай, изготавливаемых в буровой скважине путем трамбования небольших порций бетона при одновременном подъеме обсадной трубы, был найден эффективный для того периода способ изготовления бетонных свай. Вскоре бетон в обсадную трубу начали добавлять порциями через воздушный шлюзок и уплотнение его производили давлением сжатого воздуха, а наблюдение за уровнем бетона – посредством специального щупа, проходящего через герметическую трубку в воздушном шлюзке. Эти сваи называли пневмонабивными сваями.

Для забивки свай уже использовались различные механизмы (молоты, паровые бабы, вибропогружатели и др.). В середине 19 века погружение чугунных свай производилось при помощи подмыва струей воды (**принцип посредника**). Затем начали применять способ подмыва с дополнительными ударами бабой или молотом (**принцип объединения**).

**Ресурсы: вещественные, информационные, пространственные.**

### **Конструкции и типы фундаментов в СССР**

Снижение стоимости, типизация, механизация и сборность не могли не отразиться на методике и технике возведения фундаментов.

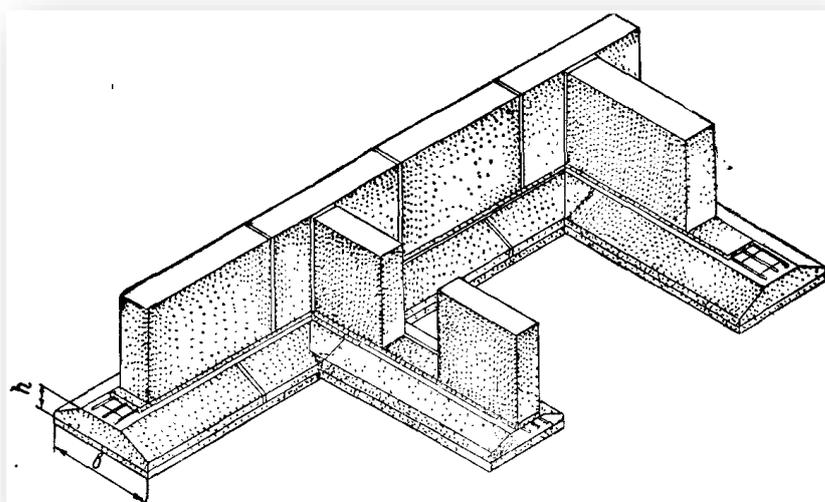
### 13. Фундаменты из бутобетона

Если в 1920 году преобладали фундаменты из каменной кладки, главным образом из постелистого известняка, то уже в 1932 году работы удешевляли тем, что при укладке бетона в него утапливали крупные куски камня (**принцип объединения**), называемые «изюмом», общим объемом 30-40%. Развитие этого приема привело к появлению в массовом фундаментостроении бутобетона (это разновидность бетона, крупным наполнителем которого являются природные камни неправильной формы, обломки кирпичей).

**Ресурсы: вещественные, информационные, пространственные.**

### 14. Сборные фундаменты из готовых элементов (армированный бетон, железобетон)

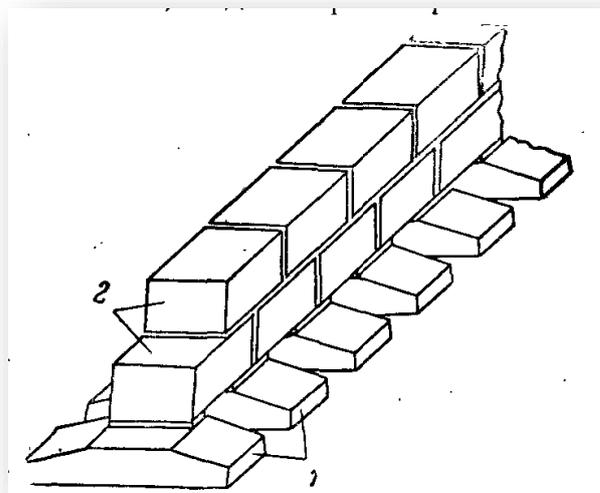
Более прогрессивным оказался метод возведения фундаментов из готовых элементов, изготавливаемых из армированного бетона или железобетона. Применяли чаще смешанные материалы, а именно: широкие элементы,



работающие на изгиб, делали из железобетона, а части их, работающие на сжатие, - из бетона (**принцип заранее подложенной подушки**). На рисунке показан сборный фундамент жилого дома.

Сборный фундамент прерывистого типа

Применение железобетона и изменение типа конструкций фундаментов помогли переходу на полную сборность (**принцип дробления**). На рисунке изображен сборный фундамент



прерывистого типа, применяющийся для возведения жилых домов. Нижняя плита (уширение) составлена из уложенных рядом поперечных элементов, называемых башмаками, над которыми располагаются бетонные параллелепипеды – стеновые блоки. При необходимости такой фундамент укрепляли продольным армированием.

Нижние башмаки можно было укладывать сплошь, а можно с интервалами, в зависимости от требований грунта (**принцип динамичности**).

Фундаменты, применяемые в СССР подразделялись на четыре типа: одиночные фундамент (или массив), фундамент-стенка. Ленточный фундамент и сплошной фундамент. Последний тип фундамента иногда называли фундаментной плитой или общим фундаментом.

**Ресурсы: вещественные, информационные, пространственные.**

## Типы современных фундаментов

### Ленточные фундаменты

Этот вид основания наиболее распространен в частном строительстве. Хотя ленточный фундамент требует определенного объема земляных работ и значительного расхода бетона, он является самым надежным решением для каменных, кирпичных, блочных, керамзитобетонных и шлакобетонных домов. Он выдерживает значительный вес стен, равномерно распределяя его по всему периметру и оказывает равномерное, но не чрезмерное, давление на грунт, за счет большой площади опоры.

Конструктивно ленточный фундамент представляет собой монолитную железобетонную конструкцию, идущую по всему периметру дома и под всеми несущими стенами. Часто заливается бетонное основание и под перегородками — это несколько удорожает конструкцию, но значительно повышает ее надежность.

Ленточные фундаменты позволяют оборудовать под домом подвалы, цокольные этажи, гаражи (**принцип универсальности**) — в этом случае фундамент заглубляется на высоту подземного помещения и его несущие способности ничуть не уменьшаются.

## **15. Монолитный ленточный фундамент**

Для монтажа такого фундамента потребуются: песок, гравий или щебень, цемент, арматура, доски или специальные щиты для опалубки.

Технология монтажа достаточно проста — выкапывается траншея по всему контуру дома (включая внутренние стены и перемычки) шириной 0,4 – 0,8 м, в зависимости от толщины будущих стен. По ширине траншея должна быть на 10 – 15 см шире расчетных размеров фундамента. Расширение траншеи необходимо для обеспечения возможности установки опалубки. После монтажа опалубки внутри связывается армирующий пояс из арматуры диаметром 10 – 18 мм. При строительстве двухэтажного дома арматурная обвязка устанавливается как в подземной, так и в надземной части фундамента.



Замешанный непосредственно на участке или готовый (с завода) бетон заливается в опалубку за один день до полной высоты фундамента. Так достигается необходимая прочность и водонепроницаемость основания. Многие частные застройщики

делают весьма опасную ошибку — за один рабочий день заливают бетон в траншею, а за второй — в верхнюю часть опалубки. Появившийся в месте контакта шов сильно снижает прочность фундамента и служит очагом водной эрозии.

Монолитные ленточные фундаменты удобны тем, что они могут иметь достаточно сложную конфигурацию (**принцип динамичности**), включая и криволинейные контуры. Здесь важно только правильно выставить опалубку и установить надежный армопояс.

**Ресурсы: вещественные, информационные, пространственные.**

## 16. Сборный ленточный фундамент (принципы дробления и объединения)

Сборные фундаменты монтируются из готовых блоков заводского производства. Они устанавливаются в готовую траншею, связываются стальной проволокой, а швы заполняются цементным раствором. Для монтажа



такого фундамента необходима грузоподъемная техника средней мощности. Сборные ленточные фундаменты очень прочные и долговечные — срок эксплуатации превышает 150 лет.

Но в применении блоков есть одно ограничение — из них удобно монтировать фундаменты только прямоугольной конфигурации, по размерам кратные длине блока. Резать блок — сложная и дорогостоящая операция. Также сборные фундаменты ограничены по глубине. Цокольные помещения и подвалы строить из блоков нецелесообразно — рано или поздно через швы начнет просачиваться вода.

По глубине заложения ленточные основания подразделяются на мелко и полно заглубленные.

## Мелкозаглубленный ленточный фундамент

Мелкозаглубленный фундамент предпочтителен для одноэтажных кирпичных и деревянных домов на грунтах всех типов. Особенно он уместен при высоком залегании грунтовых вод. Представляет он собой бетонную ленту на



песчаной подушке. Заглубление в землю не превышает 50 см (на мягких грунтах — до 70).

Практика показывает, что при правильно подготовленной песчаной подушке высотой не менее 15 см и установленного по всем правилам армопояса, такой фундамент отлично справляется со своими обязанностями. Для повышения надежности основания необходимо установить утепленную отмостку шириной не менее 50 см, служащую для отвода дождевых вод и защиты грунта по периметру дома от промерзания.

 <b>Плюсы мелкозаглубленных ленточных фундаментов</b>	 <b>Минусы мелкозаглубленных ленточных фундаментов</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Экономия материалов, по сравнению с полнозаглубленным ленточным фундаментом.</li><li>2. Возможно возведение на участках с высоким уровнем грунтовых вод.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Невысокая жесткость.</li><li>2. Необходимо очень качественное армирование.</li><li>3. Большая вероятность появления трещин в стенах построенных из тяжелых материалов</li><li>4. Обязательно необходим дренаж и песчаная подушка.</li></ol>

## Полнозаглубленный ленточный фундамент

Полнозаглубленный ленточный фундамент применяется при строительстве домов в два и более этажей, с массивными стенами и бетонными перекрытиями. Глубина его монтажа — на 20 – 30 см ниже глубины промерзания грунта в климатической зоне строительства. Это чрезвычайно прочная и надежная конструкция, практически неподверженная температурным деформациям и не боящаяся подъема грунтовых вод.

Надежность фундамента увеличивает армирование, которое выполняется путем вязки каркаса из рифленой арматуры. Иногда заглубленные ленточные фундаменты строятся без армирования, но это уместно только на плотных и каменистых грунтах. Стоимость полнозаглубленного фундамента довольно высокая — требуется большое количество бетона и значительный объем земляных работ.

Цена арматуры в общих затратах составит не более 5 – 8%, а усиливает фундамент армирование весьма ощутимо, полностью исключая вероятность

появления трещин и сколов. Экономить на армопоясе не стоит даже при ограниченном бюджете строительства.



 <b>Плюсы полнозаглубленных ленточных фундаментов</b>	 <b>Минусы полнозаглубленных ленточных фундаментов</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Очень высокая надежность конструкции.</li><li>2. Не подвержен температурным деформациям.</li><li>3. Подходит для возведения домов с тяжелыми стенами.</li><li>4. Позволяет оборудовать под домом подвал или цокольный этаж.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Большие затраты на материалы.</li><li>2. Большой объем земляных работ.</li><li>3. Сложно возводить при высоком уровне грунтовых вод.</li></ol>

## Ресурсы: вещественные, информационные, пространственные.

### 17. Плитные фундаменты

Основания дома в виде сплошной или сборной плиты на всю площадь здания менее популярны, чем ленточные фундаменты, но в некоторых случаях являются единственно возможным вариантом. При строительстве на неустойчивых, песчано-глинистых, вспучивающихся грунтах, при высоком залегании грунтовых вод (выше 1 м), глубоко промерзающих почвах, лучше всего залить сплошную железобетонную плиту, на которой возводятся здания любой этажности.

Для каркасных одно и двухэтажных домов плитный фундамент практически идеальное решение. Он менее сложный, чем ленточный и свайный, но по сравнению с ними более затратный в плане расхода материалов и требуемого количества рабочего времени. Такие фундаменты часто называют плавающими — они сооружаются без заглубления и воздействуют



практически только на поверхность почвы.

Температурные и другие подвижки грунта на устойчивость фундамента, а, значит, и всего здания, влияния практически не оказывают.

Плитные виды фундаментов применяемые в строительстве подразделяются на монолитные и сборные. Второй вариант чаще используется при сооружении габаритных зданий с большой площадью основания и сложной конфигурацией периметра. Для жилого дома лучше остановиться на монолитном фундаменте из литого армированного бетона.

	<b>Плюсы плитных фундаментов</b>		<b>Минусы плитных фундаментов</b>
---	----------------------------------	--	-----------------------------------

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Простота конструкции и сооружения.</li> <li>2. Подходит для возведения на сильно пучинистых, подвижных и просадочных грунтах.</li> <li>3. Не требует большого заглубления в грунт.</li> </ol> <p>Можно использовать при высоком уровне грунтовых вод..</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Большой расход материалов.</li> <li>2. Необходимость сооружения цоколя.</li> <li>3. Возможность применения только на горизонтальных площадках или при уклоне не более 1 метра на всю длину или ширину дома.</li> </ol>
--	--

**Ресурсы: вещественные, информационные, пространственные.**

## **18. Столбчатые фундаменты (принцип дробления)**

Этот вид фундаментов получил распространение вместе с ростом популярности каркасных и панельных коттеджей, а также домов из клееного и пиленого бруса. Затраты на такой фундамент в несколько раз ниже, чем на ленточный или плитный. Главная особенность такого фундамента — необходимость монтажа нижней обвязки из бруса или балок, которая служит основанием дома.

Столбы устанавливаются под всеми стенами периметра и внутренними перегородками с интервалом до 2,5 м (оптимально 1,5 – 2 м). Они заглублены в землю на глубину больше, чем уровень промерзания и поднимаются над уровнем грунта на требуемую высоту. Очень удобны такие фундаменты на площадках неровного ландшафта — варьируя высоту столбов легко добиться идеально горизонтального положения обвязки.

Размеры столбов зависят от материала изготовления, их строят из: бетона, природного камня, кирпича, плитняка.

Размеры варьируются в диапазоне 38 – 50 см по стороне, как правило, в поперечном сечении они представляют квадрат, реже — прямоугольник.

По способу строительства столбчатые фундаменты подразделяются на монолитные и сборные.

### **Монолитный столбчатый фундамент**

Выбор варианта определяется свойствами грунтов на площадке, где строится дом. При глубоком залегании грунтовых вод идеальным выбором будет монолитный столбчатый фундамент из армированного бетона. Как и в

ленточном фундаменте, арматурный каркас в столбе обязателен в любых климатических условиях.

Монтаж столбчатого фундамента производится в несколько этапов:



подготовка ямы (скважины); монтаж опалубки; сборка арматурного каркаса; заливка бетона.

В промежуток между столбом и краем скважины (расстояние должно составлять не менее 10 см) засыпается мелкий гравий или песок — таким образом

снижаются нагрузки на фундамент со стороны грунта при замерзании или других подвижках. Но на грунтах с риском горизонтальных движений (плывунах и других неустойчивых почвах) устанавливать столбчатые фундаменты не рекомендуется — они обладают невысокой устойчивостью к опрокидыванию и всегда существует риск нарушения устойчивости дома.

### Сборный столбчатый фундамент (принцип дробления)



Сборные столбчатые фундаменты представляют собой столбы и бетонные платформы, изготовленные на заводе

Они собираются в виде конструктора на участке и соединяются между собой сваркой арматуры и бетонированием

стыков. При всей дешевизне и простоте монтажа, столбчатые фундаменты достаточно ограничены в сфере применения. Они оправданы на прочных и устойчивых грунтах для зданий не выше 2 этажей, без подвалов и цоколей. Но «узкая специализация» не снижает их привлекательности для частного строительства.

 <b>Плюсы столбчатых фундаментов</b>	 <b>Минусы столбчатых фундаментов</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Экономия материалов.</li> <li>2. Небольшие трудозатраты.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Слабая устойчивость в горизонтально подвижных грунтах.</li> <li>2. Потребность в обустройстве цоколя.</li> <li>3. Невозможно использовать для зданий с тяжелыми стенами.</li> </ol>

**Ресурсы: вещественные, информационные, пространственные.**

## **19. Свайные фундаменты**

Самые популярные фундаменты в промышленном и многоэтажном жилом строительстве. Часто используются и при возведении небольших частных домов и коттеджей по современным технологиям. Если при строительстве промышленном способом на свайных фундаментах строят дома из любых материалов, то в частном секторе на сваях стоят преимущественно легкие сооружения из СИП-панелей, бруса, бревна.

Различные виды свайных фундаментов позволяют выбрать подходящий для любого типа строения,



практически на любом грунте. Очень удобны сваи для строительства на участках сложного рельефа, в том числе и на неустойчивых грунтах. Дело в том, что длина свай практически не лимитируется — они могут достигать глубины 50 и более метров, что позволяет гарантировано достигнуть устойчивых слоев грунта, на которые может опереться здание любого размера и массы. Современные

технологии строительства используют три основных вида свай: винтовые, бурозабивные и буронабивные.

## Фундамент на винтовых сваях

Наиболее востребованные в малоэтажном строительстве винтовые сваи — обычные металлические толстостенные трубы с винтом в нижней части. Они вкручиваются в землю как обычные шурупы, делается это вручную или при помощи специальных машин. Длина свай может достигать 10 -12 м при диаметре 50 – 150 мм.

После вкручивания таких опор, они срезаются на заданной высоте и соединяются горизонтальными балками — ростверком, выполняющим роль основания дома, на которое укладывается обвязка, настилается пол и затем возводятся стены.



 <b>Плюсы столбчатых фундаментов</b>	 <b>Минусы столбчатых фундаментов</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Простота и скорость монтажа.</li><li>2. Возможность использования на любых грунтах.</li><li>3. Низкая стоимость готового фундамента.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Недолговечность (металл в земле подвержен коррозии).</li><li>2. Необходимость завинчивания на большую глубину.</li><li>3. Отсутствие возможности оборудования подвалов.</li></ol>

## Фундамент на буронабивных сваях

Буронабивные сваи монтируются по другой технологии — сначала бурится скважина, в которой монтируется арматурный каркас. Затем вся конструкция заливается бетоном.



Выступающие над землей оголовки срезаются на заданной высоте и соединяются ростверком. Глубина таких свай может достигать 50 метров.

 <b>Плюсы фундаментов на буронабивных сваях</b>	 <b>Минусы фундаментов на буронабивных</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Возможность строительства многоэтажных зданий на любом типе грунта – сваи погружаются на необходимую глубину, до плотных слоев, способных выдержать все здание.</li><li>2. Равномерное распределение нагрузки на основание.</li><li>3. Регулировка действующего на одну сваю веса изменением количества опор.</li><li>4. Снижение объема земляных работ.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Сложность расчетов и монтажа.</li><li>2. Необходимость дорогостоящих геологических изысканий.</li><li>3. Необходимость использования тяжелой грузоподъемной и буровой техники.</li></ol>

## Фундамент на забивных сваях

Забивные сваи — бетонные изделия в виде балок квадратного или круглого сечения большой длины — 12 и более метров. Они забиваются в землю ударными устройствами или способом вибропогружения. Используются преимущественно в промышленном строительстве — для забивания требуется сложная и дорогостоящая техника.



Рассмотрев все основные виды фундамента для частного дома выбор оптимального варианта упрощается. Для кирпичных, блочных и каменных зданий оптимальный фундамент ленточный. Для каркасного строительства, домов из бруса и бревна более подходят плитные или свайные (винтовые), на прочных грунтах — столбчатые. Но в каждом

отдельном случае выбирается свой вариант, главное, чтобы фундамент выполнял свою основную функцию — служил надежной опорой для дома.

**Ресурсы: вещественные, информационные, пространственные.**

### Линии развития систем на примере эволюции фундаментов

	Линия развития	Действие, выполняемые для преобразования системы	Пример из картотеки
1.	Переход от моно системы к би- и поли-системе (моно-би-поли)	Введение элементов и связей в состав системы	1. Ф1-Ф2: использование каменной кладки вместе со скальным основанием 2. Использование камней вместе со связующими

			<p>элементами (глиной, песком, раствором)</p> <p>3. Ф4: сначала делали фундамент на грунте, он разрушался, на нем делали еще один и т.д., в результате образовывался один мощный фундамент</p>
2.	Свертывание состава системы	Удаление элементов и связей из состава системы	
3.	Развертывание–свертывание состава системы	Замена одних элементов и связей объектов на другие	Сначала в фундаменты для прочности добавляли различные элементы (камни, растворы), затем путем совершенствования бетона, перешли к одному материалу
4.	Дробление объектов и веществ	Разделение элементов системы на части	Ф1-Ф2-Ф3: так как не имелось скальных оснований, платформы стали делать из отдельных частей (сырцового кирпича)
5.	Геометрическая эволюция объектов	Изменение формы и размеров элементов системы	Скальная плита-фундаменты под стенами и башнями прямоугольной формы-ленточные фундаменты любой формы
6.	Эволюция структуры объектов	Изменение внутренней структуры элементов системы	Сначала была монолитная скала, затем к ней добавились камни (верхним слоем), потом фундаменты выполняют непосредственно под несущими стенами, бетонные сваи как части объекта, расставляемые в нужных местах
7.	Эволюция микрорельефа поверхности объектов	Изменение состояния поверхности элементов системы	

8.	Динамизация	Обеспечение подвижности связей, между элементами системы и возможности изменения других ее параметров	Использование того материала для фундамента, который есть в наличии – изучение грунтов привело к усовершенствованию материалов и способов возведения- сейчас различные виды фундаментов и материалов для них (в зависимости от свойств почв и условий)
9.	Повышение управляемости элементами системы	Обеспечение и упрощение оперативного управления	
10.	Повышение согласования действия элементов системы	Проверка и улучшение согласования работы элементов системы	Согласование различных параметров частей системы: формы, размеров и внутренней структуры, как между собой, так и с внешней средой.  Согласование материалов, применяемых для изготовления частей системы, позволяет выбрать оптимальную технологию изготовления и функционирования системы.

### **Закон стремления к идеальности**

Закон повышения степени идеальности гласит: с развитием технической системы постоянно происходит повышение степени ее идеальности.

Нами собран материал, который показывает, что во время всего периода развития фундаментостроения фундамент, как система, стремился к идеальности в двух направлениях:

1. Улучшение степени идеальности функций, выполняемых фундаментом, как надежной опоры для сооружения (при помощи информационных и материальных ресурсов). В данный момент для строительства любого здания может быть подобран наилучший для него фундамент (по степени выполнения

своей функции) в зависимости от грунта и нагрузки, которая будет на нем размещена.

2. Улучшение степени идеальности фундамента, как системы, для сооружения которой может быть использован наиболее дешевый материал. В данный момент времени для строительства любого здания может быть подобран наилучший для него фундамент в зависимости от его стоимости, но при этом хорошо выполняющий свою функцию (опоры).

Идеальной считается система, которой нет, но которая обеспечивает выполнение своей функции. За такую систему не надо платить, ее не надо обслуживать, от нее нет отходов или вредных проявлений! Опираясь на это определение, можно предположить, что идеальный фундамент должен отсутствовать, а его функцию должен выполнять грунт (ведь на чем-то сооружение должно стоять). Тогда у нас должны быть приборы и устройства, которые обеспечат нам изменение грунта до нужных нам характеристик. Например, при разметке границ будущей постройки в определенные места плана закладываются специальные капсулы, которые передают грунту, основные характеристики будущего сооружения: вес, размер, плотность, особенности эксплуатации. Через небольшой промежуток времени структура грунта меняется (может быть под воздействием каких-то веществ), приспособляясь к параметрам будущей постройки, следовательно – фундамент готов.