



# Конструирование лестниц

доцент кафедры дизайна Пыжова Е.Н.



# Проектирование лестниц

Тип лестницы и место ее расположения определяется исходя из назначения здания или помещения, в котором она должна быть установлена.

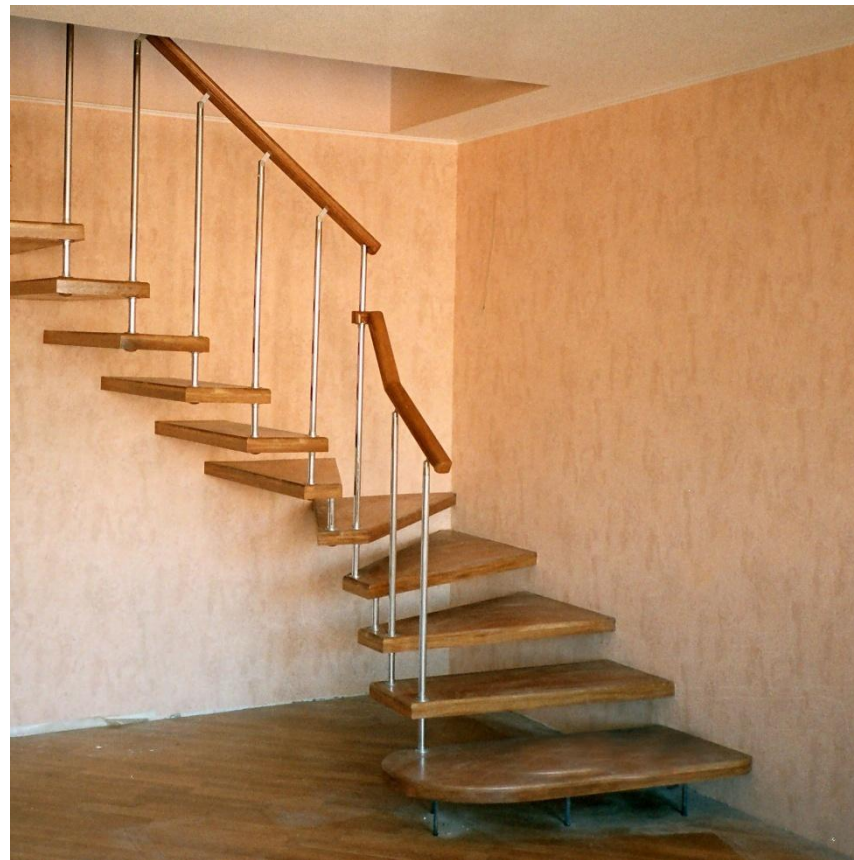
При проектировании лестниц, как правило, принимают во внимание следующие основные *условия и требования*:

- какого типа движение должна обеспечивать лестница, будучи при этом безопасной и удобной;
- какова разность уровней;
- какого размера и какой формы имеется пространство для размещения лестницы;
- какая строительная технология применима в данных условиях;
- где и в какой степени лестничные конструкции могут иметь опоры;
- должны также учитываться нагрузки, которые будет воспринимать лестница в процессе эксплуатации;
- каким эстетическим требованиям должна отвечать лестница в зависимости от своих функций и окружающего интерьера.



# Параметры лестницы

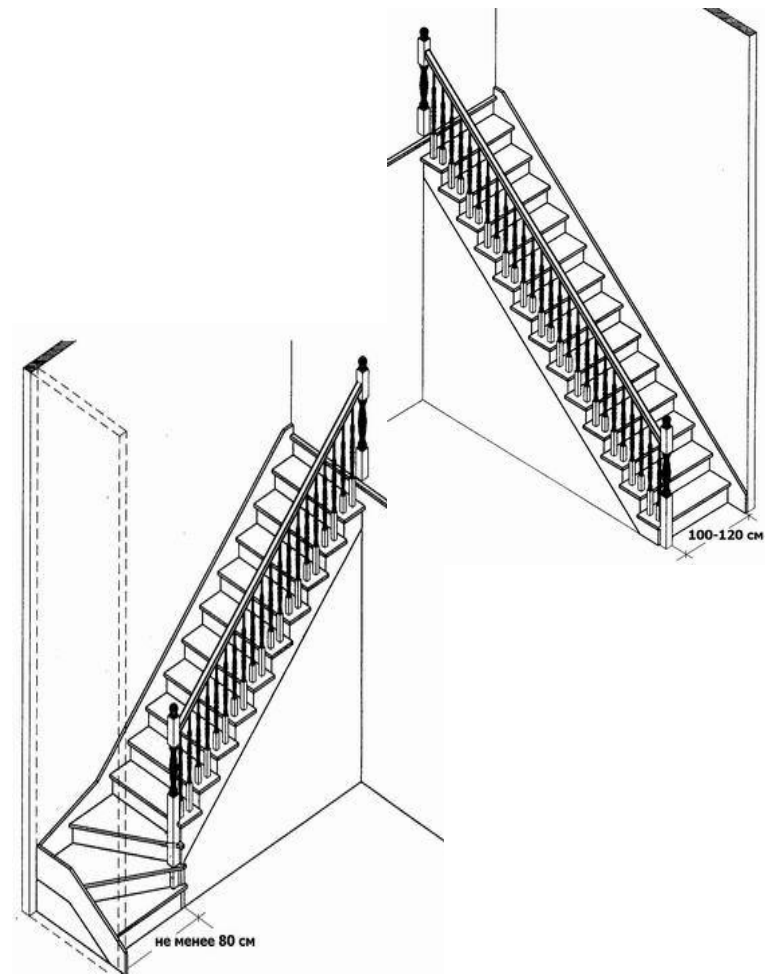
- Межэтажные лестницы общего назначения - являются самыми важными и наиболее часто используемыми. Главным критерием оценки их конструкции должно быть удобство пользования.
- *Удобство пользования* определяется совокупностью нескольких категорий:
  - угол подъема/спуска,
  - ширина прохода по лестнице,
  - наличие поворотных участков, наличие свободного пространства над головой поднимающегося человека,
  - безопасное ограждение лестницы и лестничных проёмов.





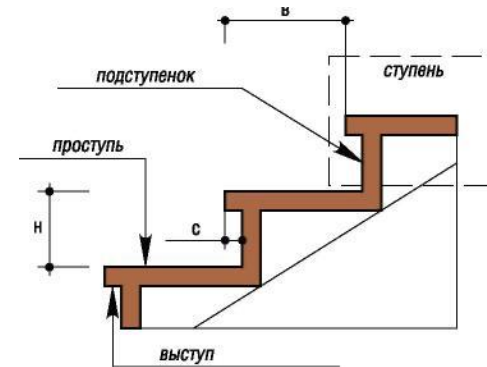
# Ширина лестницы:

- Стандарт для лестницы в доме (квартире) где живет одна семья - 100 см и более. Ширину 80 см лестница может иметь, при условии, что конфигурация её проста, она сооружена вдоль одной стены и позволяет поднимать сколько-нибудь габаритные предметы. Менее 80 см могут быть вспомогательные лестницы, не являющиеся основными, например, лестница в подвал или на мансарду. Для того чтобы лестница стала архитектурной доминантой, позволила подниматься с максимальным комфортом - делайте её не менее 120 см. При правильном выборе дизайна она станет украшением дома.



# Соотношение размеров ступеней

- Существует несколько формул определения оптимального соотношения размеров **проступей** и **подступенков**, которые служат для правильного расчета лестниц: формула, основанная на длине шага, формула удобства и формула безопасности.
- Размеры ступеней принимаются стандартные или по формуле
- $2H + B = 60 - 64$  см (ширина шага)
- Для главных и основных лестниц подступенки делают высотой в 15—16 см, проступи — шириной не менее 28 см. В наружных и запасных лестницах, подвальных и чердачных маршах подступенки могут быть до 18 см, а проступи шириной до 23—24 см

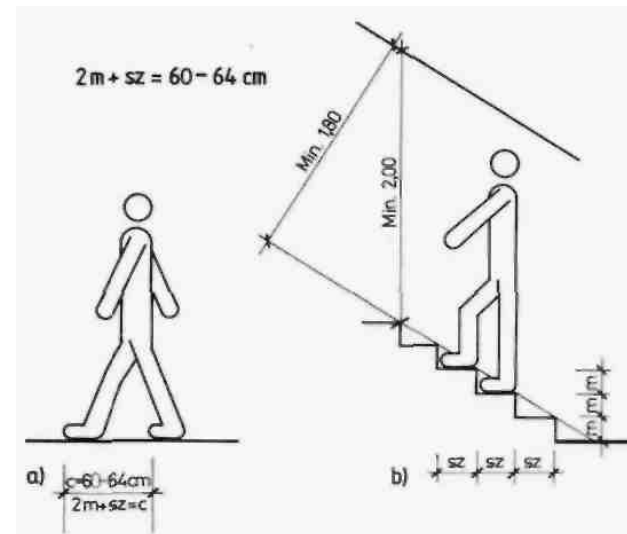


Ступени с прямыми подступенками:

$H$  - высота ступени;

$B$  - ширина ступени;

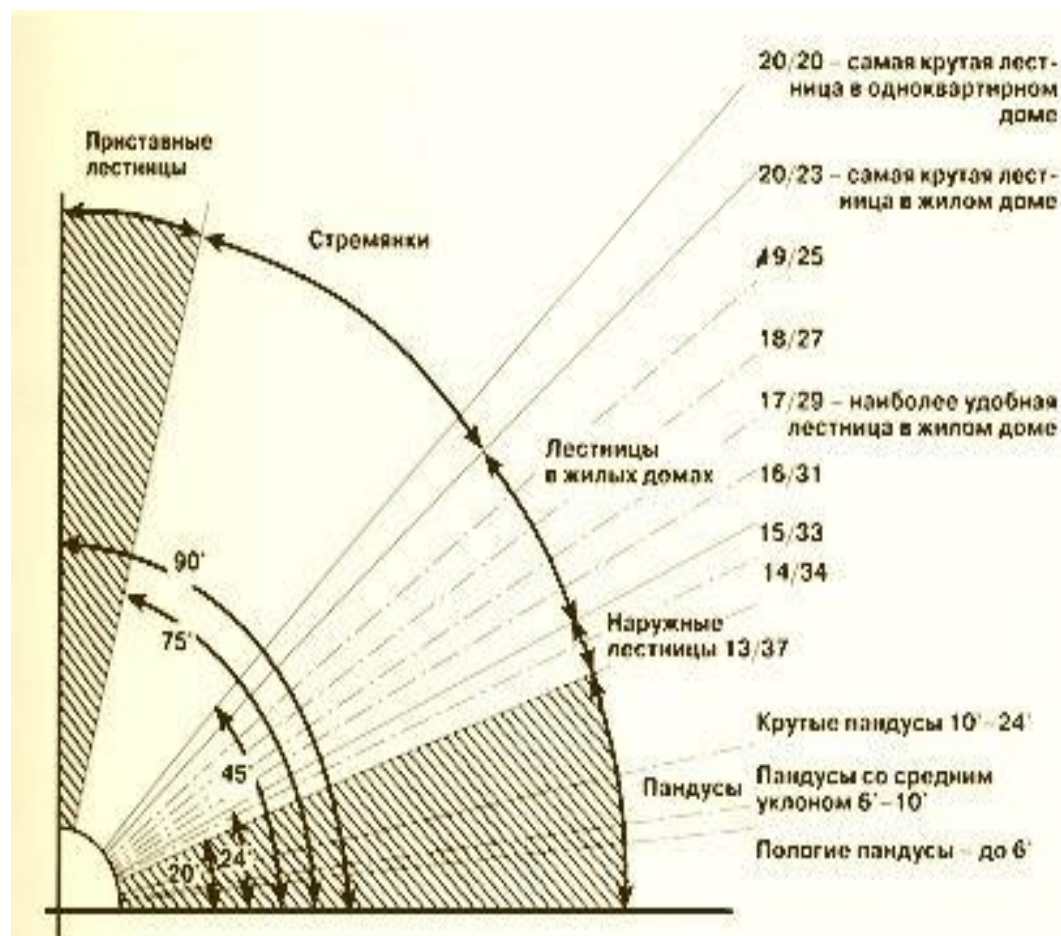
$C$  - ширина выступа



# Угол подъёма/спуска

- Удобство пользования, в первую очередь, зависит от угла подъёма лестницы.

Наиболее удобные углы подъёма/спуска находятся в диапазоне от  $30^\circ$  до  $40^\circ$ . Крутизна подъёма прямо связана с соотношением двух величин - высоты шага (подступенка) и ширины шага (ступени). Это соотношение показано в правой части схемы, где первая цифра - высота шага, вторая - ширина шага.



# Угол подъёма/спуска

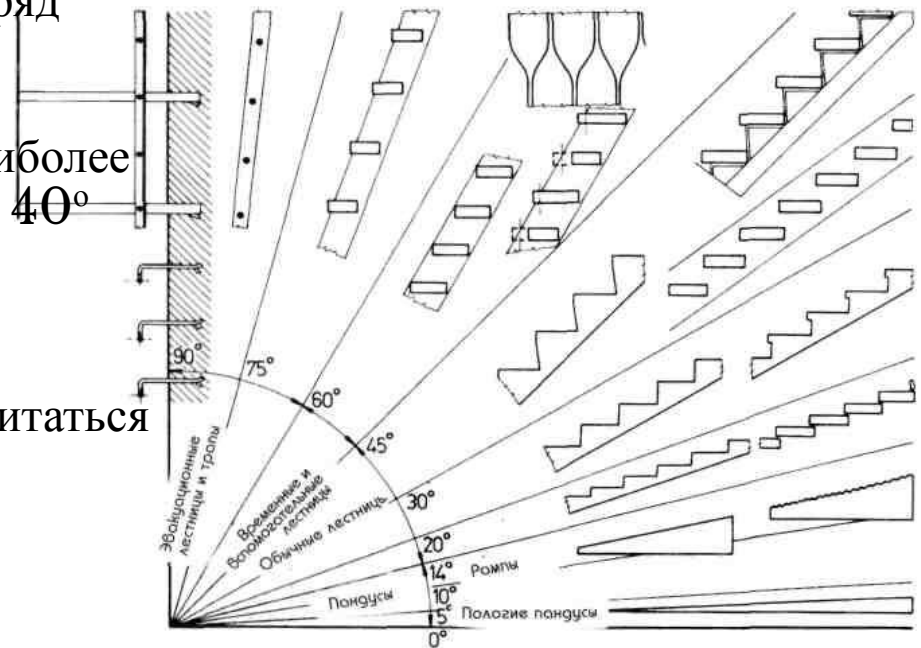
- Чем лестница круче, тем меньше ей надо места для установки в доме, и, соответственно, чем лестница удобнее (положе), тем больше места необходимо для неё предусмотреть.

Но, выйдя за определенные выше параметры удобства (30-40 градусов), вы получаете уже варианты специальных лестниц. Если угол меньше  $20^\circ$  - лестница переходит в разряд пандусов, если больше  $45^\circ$  - в разряд приставных (раскладных).

Важно учесть то обстоятельство, что наиболее сложным действием при крутизне более  $40^\circ$  является спуск с лестницы.

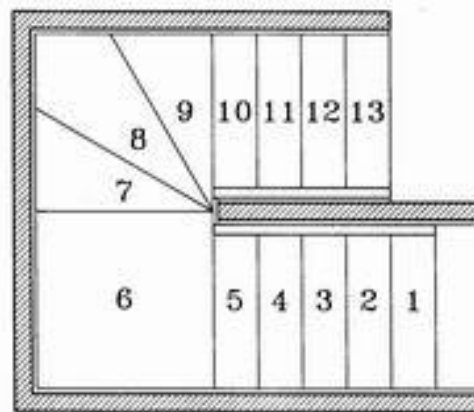
При углах более  $45^\circ$  спуск можно осуществлять только спиной вперед.

Безусловно, такая лестница не может считаться удобной для постоянного ежедневного использования



# Поворотные участки:

Все лестницы, отличающиеся от прямых, имеют поворотные участки. Винтовые только из них и состоят. По себе поворот не является большой проблемой, но его исполнение должно быть выполнено грамотно. Самым простым способом поворота осуществляется через площадку, что не всегда возможно в стесненных условиях, т.к. площадка - это один подъем (шаг) вверх, а в помещениях ограниченных размеров набор высоты должен осуществляться как можно чаще, чтобы угол подъема был наиболее удобен.

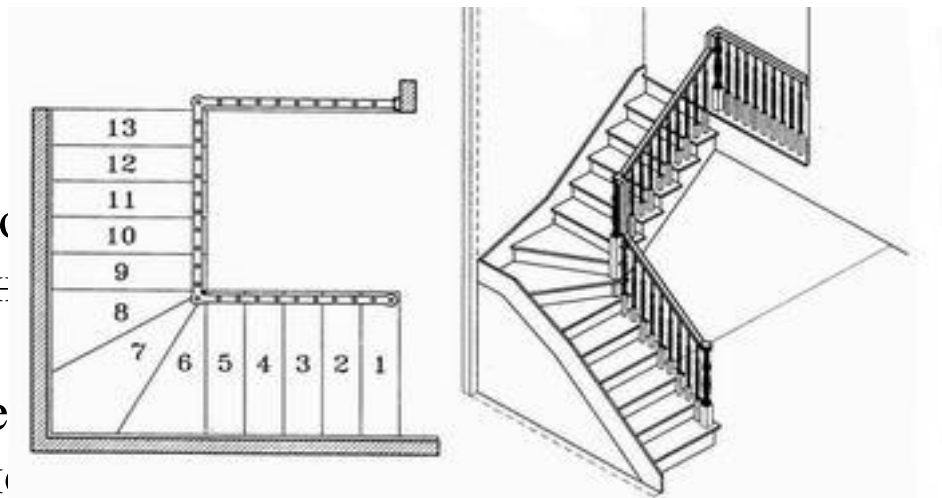




# Поворотные участки

- Поворот через забежные (треугольные) ступени более распространён.

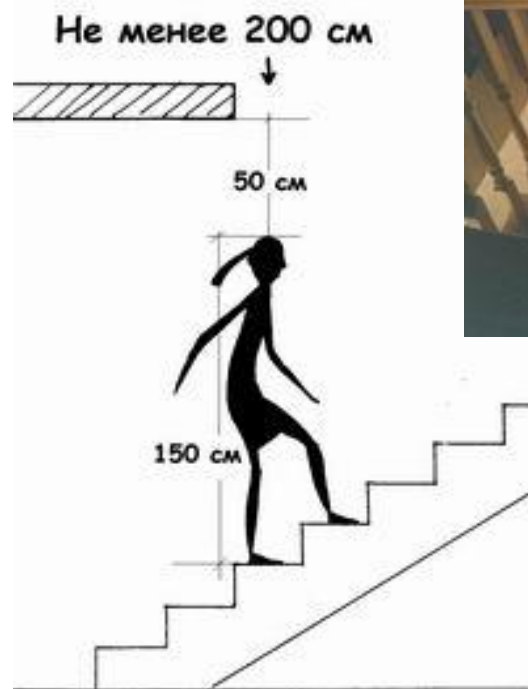
При этом оптимальным их количеством являются 3 шт. на поворот  $90^\circ$ . В плане они должны создавать квадрат или прямоугольник. Количество забежных ступеней более 3-х возможно, но надо учитывать, что зона хождения при этом сокращается, т.к. узкие участки забежных ступеней не могут быть задействованы.



# Высота прохода:

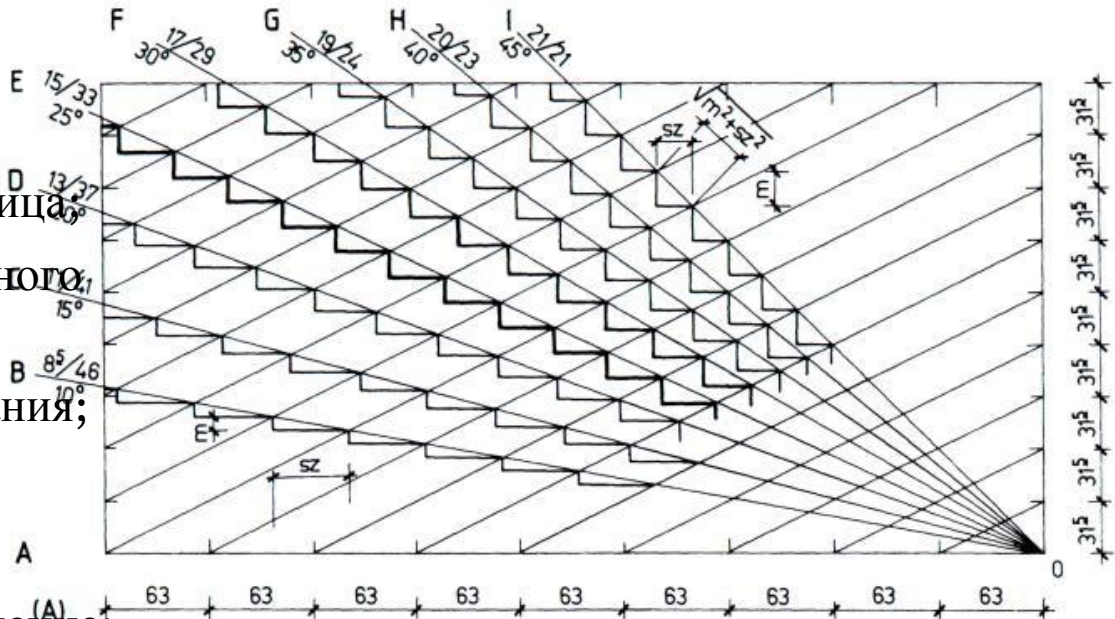
При расчёте лестницы, расположенной между этажами, очень важно учесть, что проём в перекрытии над лестницей должен соответствовать безопасному проходу по всему подъёму. Расстояние между ступенью и потолком не должно быть менее 2 м.

Притом, что человек ростом 180 см легко проходит по проходу высотой 185 см, он обязательно будет инстинктивно наклонять голову и испытывать от этого дискомфорт.

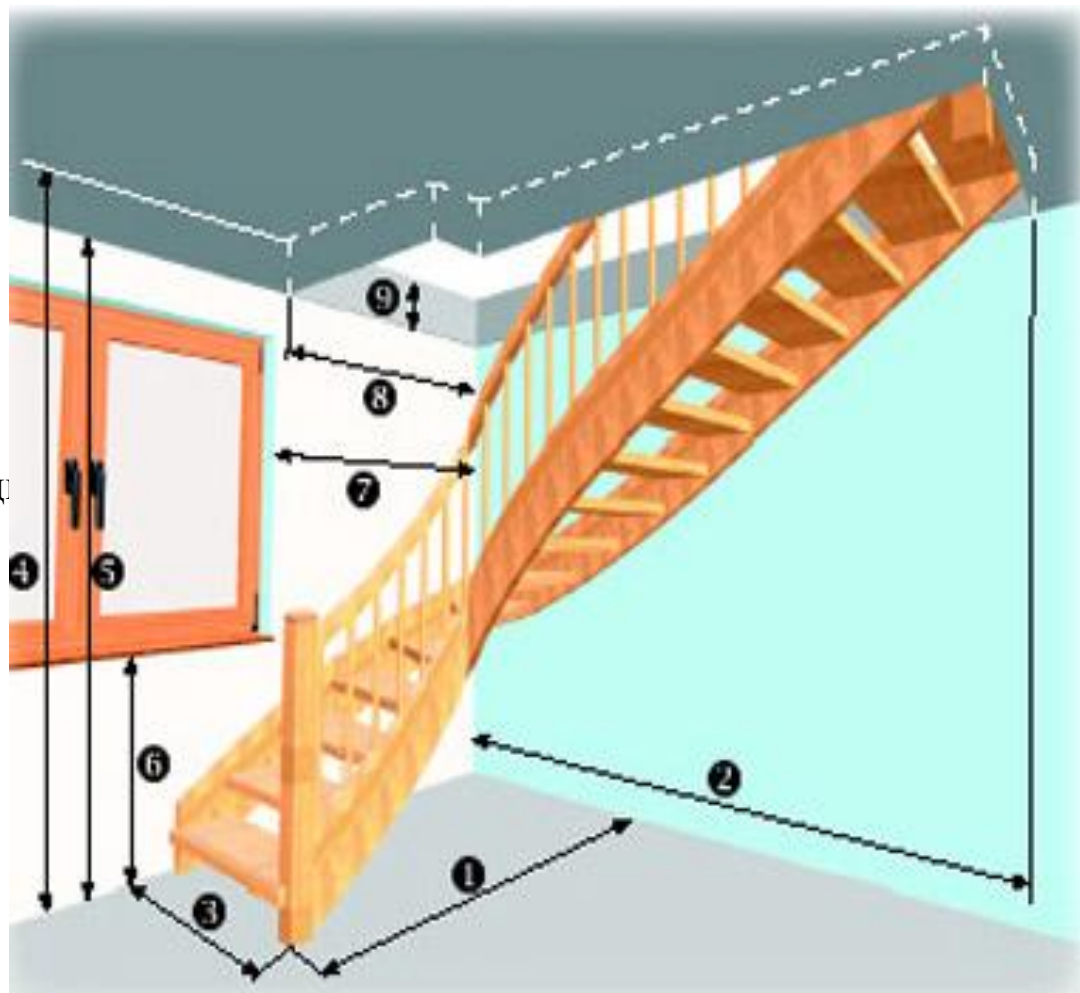


# Зависимость параметров лестницы от места ее расположения

- А горизонтальная плоскость;
- В садовая лестница;
- С террасная лестница;
- D наружная крылечная лестница;
- E лестница внутри общественного здания;
- F лестница внутри жилого здания;
- G лестница внутри квартиры;
- H галерейная лестница;
- I лестница в подсобное помещение;
- J трап.



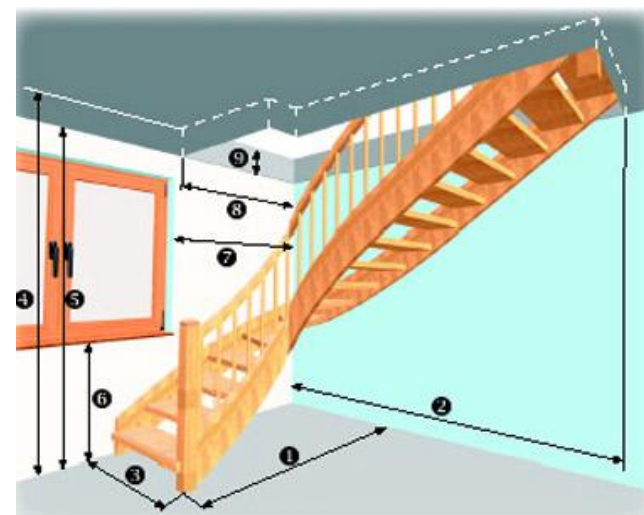
- 1, 2 - это длина марша (по полу) на котором Вы планируете расположить лестницу.
- 2 - это ширина лестничного марша.
- Четвёртое, пятое, шестое значение - это расстояние между этажами (включая перекрытия) которые будет соединять лестница с учётом всех нюансов (включая окна, двери, несущие стены, перегородки).
- Седьмое значение - это условное включение в замер расстояний от предметов интерьера (колонны, гипс-картонные стены), а также окон, до лестничного марша.
- Восьмое, девятое значение - обязательный замер габаритов заблаговременно подготовленного проёма в верхнем перекрытии, а также толщины перекрытия.





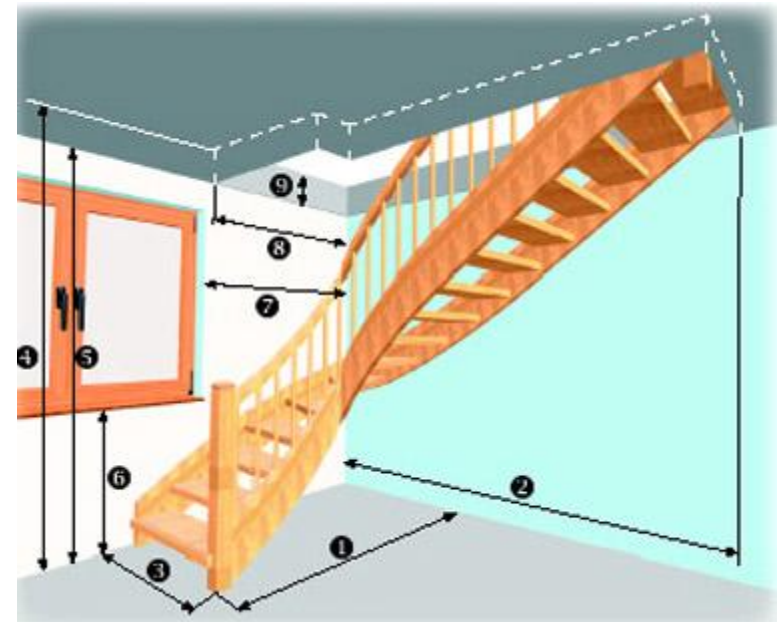
# Расчет лестницы

- Высота от пола нижнего этажа до пола верхнего включая перекрытие ( $4=h$ )
- Длина лестничного марша по полу ( $1=L$ ).
- Общее кол-во ступеней лестничного марша:
- $h(4) / 0,18$  (шаг лестницы) =  $n$  (теоретическое число ступеней, включая забежные или веерные площадки - служащие для разворота на марше под определённым углом).
- Длина тетивы, с одной стороны прикреплённые к стене (если стен нет, тогда тетива монтируется независимо от помещения). Опорными балками для этих целей служит клееный брус. Диагональ рассчитывают по теореме Пифагора ( $C^2 = h^2 + L^2$ )
- .



# Расчет длины тетивы и балюстрады

- Зная длину тетивы и кол-во ступеней можем рассчитать количество балясин, с условием по одной балясине на ступень за вычетом опорных столбов, длина поручня напрямую берётся по длине тетивы, нетрудно будет определить объём материала необходимый для балюстрады, как на самом марше, так и ограждение при выходе на верхний этаж (учитывая расстояние между осями балясин равное 20 см.)



# Пример расчёта лестницы

- В строительной практике приняты определенные размеры лестницы для дома. Ступени чаще всего имеют размер 150х300 мм, т.е. высота ступени — 150, ширина — 300 мм. Эти размеры позволяют устроить уклон марша в соотношении 1:2. Ширина лестницы должна быть не менее 1200 мм, ширина площадок — не менее ширины марша. Количество ступеней в одном марше колеблется от 5 до 18.
- Чтобы правильно определить необходимое количество ступеней, следует прежде всего построить лестничную клетку графически в масштабе или в натуре на стене.
- В двухэтажном доме предусмотрена лестничная клетка длиной 5900 мм, шириной — 3000 мм, высотой от уровня пола 1-го этажа до уровня пола 2-го этажа — 3300 мм и расстоянием между маршами 100 мм.
- **Расчёт лестницы**
- При высоте 3300 мм лестница должна быть двухмаршевой.

# Пример расчёта лестницы

- Для расчета ширины марша лестницы из ширины лестничной клетки (3000 мм) следует вычесть промежутки между маршами (100 мм) и разделить остаток на 2; получим
- **$(3000-100)/2 = 1450$  мм**
- Высота каждого марша лестницы будет равна высоте этажа (3300 мм) деленного на 2, т.е.
- **$3300/2 = 1650$  мм**
- Размер ступеней принимают равным 150х300 мм (150 мм — высота). Количество подступенков в каждом марше определяют делением высоты марша на высоту подступенка, т.е.
- **$1650/150 = 11$  шт.**
- Проступь верхней ступени каждого марша совпадает с поверхностью площадки, а это значит, что проступей будет на 1 меньше, т.е. 10. Поэтому каждый марш будет состоять из 11 подступенков и 10 проступей.



# Пример расчёта лестницы

- Зная ширину проступи лестницы (300 мм) и количество ступеней (10), можно определить горизонтальную проекцию марша, его длину (*заложение марша*). Для этого ширину проступи умножают на количество ступеней:
- $300 \times 10 = 3000$  мм
- Ширина каждой площадки предусматривается равной ширине марша, т.е. 1450 мм.
- По выполненному чертежу лестницы на стенах размечают площадки, тетиву и ступени. Внизу стены отмеряют ширину площадок (по 1450 мм), а от них — ширину проступи (по 300 мм).
- По полученным отметкам при помощи отвеса и намеленного шнура проводят строго вертикальные линии. Затем на уровне пола 1-го этажа проводят горизонтальную линию, от нее отмеряют 150 мм и проводят вторую горизонтальную линию, определяя проступь 2-ой ступени, и т.д. Последняя (11-я) проступь должна находиться на одном уровне с полом площадки.
- При разбивке изготавливают фанерный или дощатый шаблон, с помощью которого размечают тетиву: находят положение балок под площадку и бруска (лаги), укладываемого на уровне пола 1-го этажа. На эти балки и брусок будет опираться тетива лестничной клетки.
-

# Показатели удобства

- При ширине ступени от 26 до 30 см и величине коэффициента в пределах от 1,75 до 2 лестница считается удобной. Такой же считается лестница с отношением ширины ступени к ее высоте как 30/15 ( $k=2$ ), 31/16 ( $k=1,94$ ) и 29/17 ( $k=1,70$ ). Последнее соотношение (формула расчета лестницы) считается идеальным для домовых лестниц. Рекомендуемые соотношения ширины ступени к ее высоте приведены в табл.1. Особенности расчета маршей с забежными ступенями. Расчет параметров поворотных лестниц (размера лестниц) с забежными



# *Метод пропорциональной разбивки*

- Пограничные ступени соединяют друг с другом прямой (для полуоборотных маршей) или ломаной линией (для четвертьоборотных маршей), образующих в обоих случаях угол поворота марша (см. рис. 15а) для первого случая и рис. 15б для второго). при пересечении этой линии с осью симметрии марша получают одну из точек (в нашем примере - точку являющихся исходными для раскладки забежных пеньей.
- Далее по оси симметрии марша в пределах строительной ширины откладывают прямую линию. Она принимается как проекция наружной грани одной из ступеней (на рис. 15а - 12й ступени, на рис. 15б 5й). Через ближайшую к этой грани отметку на средней линии, которая обозначает ширину ступени, находящейся слева или справа (в нашем случае слева), проводят линию. Она пересекает марш от его наружного края до его симметрии под произвольно острым углом. Эта линия в пределах наружного и внутреннего краев марша будет являться проекцией грани ступени, находящейся непосредственно слева или справа перед осью симметрии марша (в примерах рис. 15 это ступень 11 или 5).



## *Метод пропорциональной разбивки*

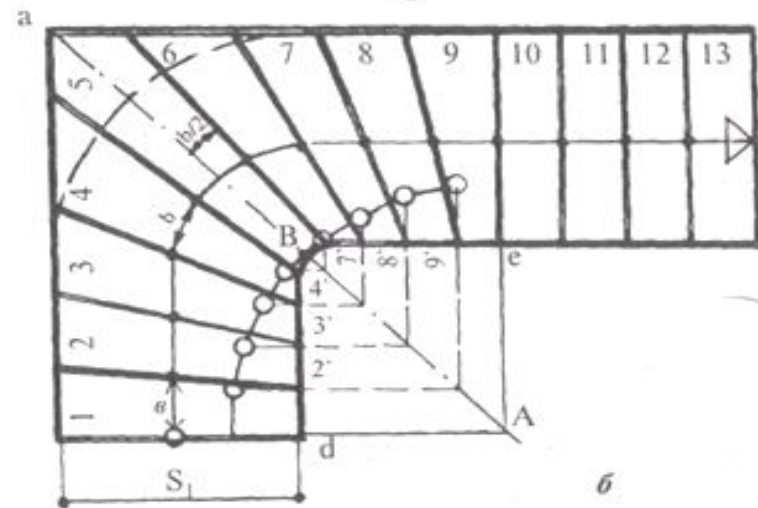
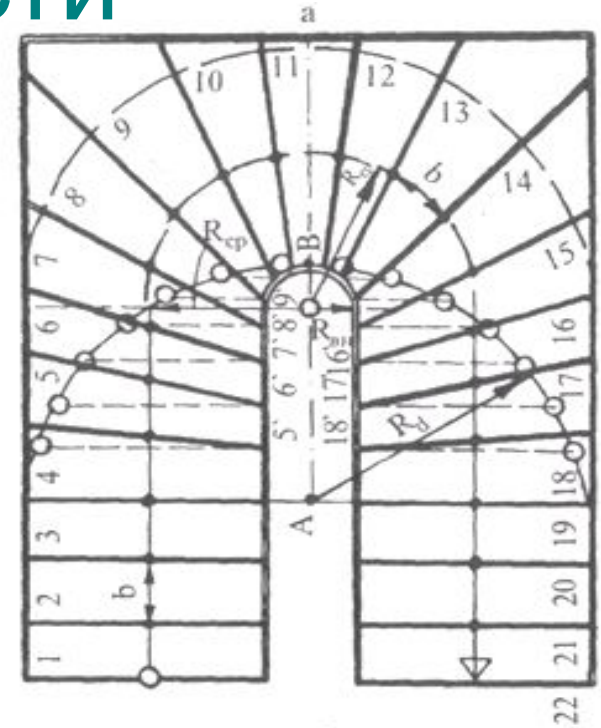
- Важно. 1. При выборе положения этой ступени не забывать о соблюдении требования СНиПа относительно ширины узкого торца забежной ступени, которая должна быть не менее 10 см. 2. Положение этой ступени является исходным для раскладки предыдущих забежных ступеней: чем больше выбранная ширина ее узкого торца, тем менее плавным будет переход от прямого движения по лестнице к криволинейному.
- Отрезок между точкой пересечения указанной с осью симметрии марша (в наших примерах точка В) и точкой пересечения с осью симметрии створов граней последних прямых ступеней (точкой А) необходимо разделить на отрезки в пропорции 1:2:3:4:5:7 и т.д., концы которых будут исходными для определения положения граней остальных забежных. Разбивку этого отрезка на пропорциональные части при определении размера лестниц производят с помощью вспомогательной произвольной длины, проводимой из точки В в направлении точки А под произвольным, но непременно острым углом к оси симметрии марша в той половине марша, в которой начата разбивка забежных ступеней (в наших примерах эта половина - левая). Эту линию, начиная от точки В, разбивают на отрезки в указанной пропорции, при которой длина каждого последующего отрезка должна быть во столько раз больше исходной длины первого отрезка, во сколько раз число, обозначающее порядковый номер этого отрезка, больше числа 1, обозначающего порядковый номер первого отрезка.

## *Метод пропорциональной разбивки*

- Количество откладываемых в таком соотношении отрезков должно соответствовать количеству забежных ступеней, предусмотренных на этой половине марша. Длина первого от точки В отрезка выбирается произвольно, длина следующего назначается в два раза большей первого длина третьего - в три раза большей и т.д. до после него, конец которого (в наших примерах - точка С) соединяется прямой линией с точкой А. Из концов промежуточных отрезков, находящихся на вспомогательной линии между точками В и С, последовательно проводят линии, параллельные линии СА, до пересечения с отрезком ВА, находящимся на оси симметрии марша. Каждая из полученных точек пересечения (на рис. 15а - точки 5, 6, 7, 8, 9, 10, а на рис. 15б - точки 2,3,4) будет исходной для определения положений грани соответствующей ступени. То есть: первая из них после точки В (точка 10 или 5) будет предназначена для ступени (10 или 4), предшествующей уже уложенной (11 или 5). Из этих точек через точки разметок соответствующих ступеней, находящихся на средней линии по обе стороны от оси симметрии марша, проводят прямые линии. Положение этих прямых в пределах марша и определит положения наружных граней раскладываемых, забежных ступеней.

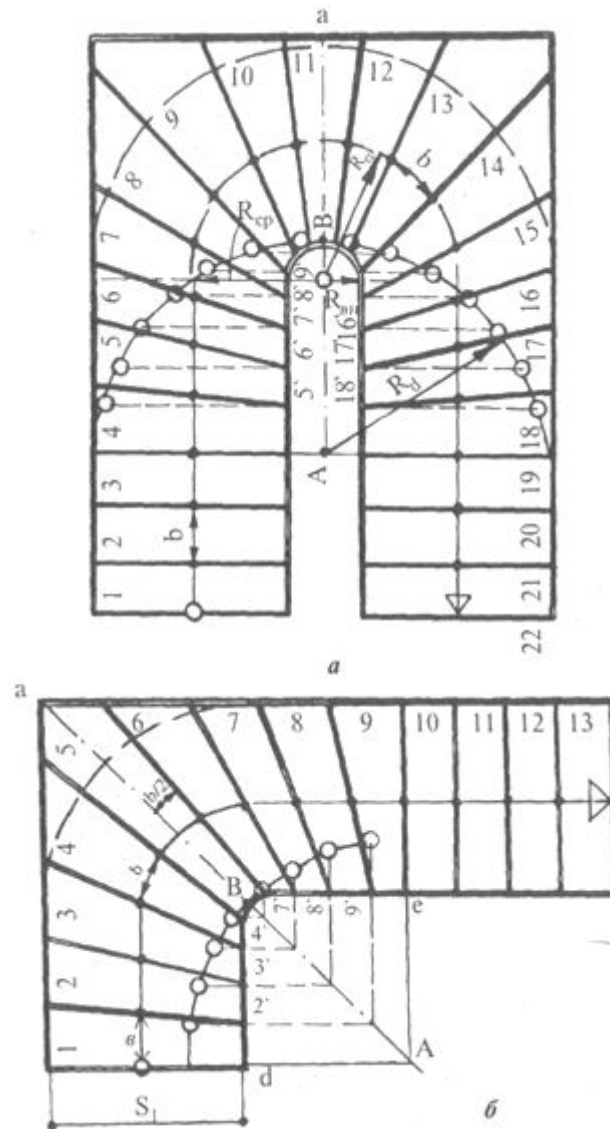
# Метод полуокружности

- Среднюю линию разбивают на отрезки, равные ширине ступени, таким образом чтобы на ось симметрии попала продольная ось одной из ступеней (рис. 17). Ширина этой ступени в зоне примыкания к внутреннему краю марша выбирается произвольно, но должна быть не менее 10 см (помните нормы?) и не более, разумеется, диаметра воображаемой окружности, вписанной между внутренними краями марша.
- Определяется положение последних прямых ступеней, которые будут находиться перед забежным участком марша. Створы граней этих ступеней соединяются прямой (при повороте марша на  $180^\circ$ ) или ломанной (при повороте марша на  $90^\circ$ ) линией.



# Метод полуокружности

- Из точки пересечения этой линии с осью симметрии марш (на рис. 17 точка А) описывают полуокружность радиусом АВ, равным, как видно из рисунка, расстоянию между этой точкой и точкой пересечения оси симметрии с внутренним краем марша (точка В). иную полуокружность разбивают на равные количество которых соответствует количеству предусматриваемых забежных ступеней. Разбивка полуокружности ведется от точки В. О правильности и точности разбивки будет свидетельствовать симметричное положение отрезков относительно друг друга по обе от оси симметрии марша. Далее. Из концов отмеченных на полуокружности отрезков параллельно линии, соединяющей грани прямых ступеней, проводят линии до пересечения с ближайшим внутренним краем марша. Из точек пересечения этих линий с внутренним краем марша (некоторые из них помечены на рис. 17 цифрами со штриховой пометкой) проводят линии через точки разметки ступеней на средней линии. Положение этих прямых в пределах марша и определит положение наружных граней раскладываемых забежных ступеней.



# Завершение расчета

- После того как забежные ступени разложены на плане марша одним из предложенных здесь способов, остается как можно точнее снять с чертежа размеры каждой и проверить, соответствует ли суммарная ширина их широких и узких торцов расчетным размерам соответственно наружного и внутреннего краев участка марша, на котором предусматриваются забежные ступени. Для этого необходимо рассчитать длины наружного и внутреннего краев горизонтальной проекции участка марша с забежными ступенями (из общей длины каждого края горизонтальной проекции марша вычесть суммарную ширину прямых ступеней, обозначенную на рис. 15 символом  $l_{np}$ ) и сравнить их с суммарной шириной соответственно широких и узких торцов забежных ступеней. Полученные погрешности распределить в равных долях между всеми забежными ступенями.
- В заключение довольно кропотливой, но интересной процедуры раскладки забежных ступеней графическим способом необходимо вычертить каждую из них с указанием полученных размеров лестницы (ступеней) по всем ее сторонам.