

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт Горного дела и строительства
Кафедра «Городское строительство, архитектура и дизайн»

Утверждено на заседании кафедры
«ГСАиД»

«___» _____ 20__ г., протокол № _____

Заведующий кафедрой _____

_____ *К.А.Головин*

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по проведению практических занятий
по дисциплине
«Основы проектирования зданий и строительных конструкций»

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата

по направлению подготовки
08.03.01 Строительство

с направленностью (профилем)
«Городское строительство и хозяйство»

Форма(ы) обучения: *очная, заочная*

Идентификационный номер образовательной программы: 080301-05-19

Тула 2020 год

Разработчик методических указаний

Жидков Андрей Евгеньевич, доцент, к.т.н

Аннотация

Практические занятия включают рассмотрение основных разделов курсового проекта по дисциплине на тему «Малоэтажный жилой дом».

Тематика практических занятий в соответствии с рабочей программой дисциплины:

№ п/п	Темы практических занятий
1.	Квартира и ее элементы. Основные требования. Разработка планировки жилого дома.
2.	Сборные перекрытия из многопустотных плит. Классификация и маркировка многопустотных плит перекрытий. Балочные сборные перекрытия. Разработка и оформление схемы расположения элементов перекрытий. Спецификация элементов перекрытий.
3.	Расчет геометрических параметров простых лестниц. Конструктивные решения лестниц.
4.	Теплотехнический расчет наружных стен.
5.	Разработка и оформление плана этажа. Маркировка элементов заполнения проемов. Спецификация элементов заполнения проемов. Назначение и конструкции перемычек. Классификация и маркировка сборных железобетонных перемычек. Ведомость и спецификация перемычек.
6.	Конструкции ленточных фундаментов для пучинистых и непучинистых или слабопучинистых грунтов. Переход от одной глубины заложения к другой. Классификация и маркировка элементов сборных ленточных фундаментов. Определение глубины заложения фундаментов по условию отсутствия морозного пучения под их подошвой. Способы гидроизоляции подземной части здания. Разработка и оформление плана фундаментов.
7.	Основные требования к чердакам. Виды скатных крыш. Разработка и оформление плана кровли.
8.	Системы деревянных стропил. Характерные узлы. Разработка и оформление схемы раскладки элементов стропил.
9.	Определение величин расчетных и нормативных нагрузок от собственного веса.
10.	Определение схем загрузений и величин расчетных и нормативных снеговых нагрузок для простейших случаев.
11.	Разработка и оформление разреза здания.
12.	Разработка и оформление фасада и узлов.
13.	Разработка и оформление пояснительной записки.

Тема 1. Квартира и ее элементы. Основные требования. Разработка планировки жилого дома.

Основные нормативные документы:

- СП 54.13330.2016 «Здания жилые многоквартирные. Правила проектирования».
- СП 55.13330.2016 «Дома жилые одноквартирные. Правила проектирования».
- СП 131.13330.2018 «Строительная климатология»

Нормативное определение: квартира (одноквартирный жилой дом, дом-квартира, жилое помещение, жилая планировочная ячейка) - здание, недвижимое имущество и объект жилищных прав, пригодное для постоянного проживания и жизнедеятельности граждан, отделённое ограждающими конструкциями от помещений других квартир, имеющее обособленный вход и внутриквартирное инженерно-техническое оборудование. Квартира может предназначаться для проживания постоянного или временного, семейного или единоличного, а также для сдачи внаём без права на постоянную регистрацию (апартамент-отель).

В соответствии с заданием на курсовой проект (КП) разрабатывается одноквартирный жилой дом. В зависимости от площади дома следует представить себе состав семьи и ориентироваться на него при разработке планировки.

Дом-квартира должен включать как минимум жилые помещения (комнаты): гостиные и спальни, а также вспомогательные помещения (комнаты) кухни (кухни-ниши) или кухни-столовые, ванные или душевые комнаты, туалетные комнаты (уборные), или совмещенный санузел (туалет и ванная в одной комнате), кладовая или встроенные шкафы; помещение теплогенераторной (при отсутствии централизованного теплоснабжения). Дополнительно можно предусмотреть такие помещения как кабинет, детские игровые комнаты и спальни, библиотека, помещение домашнего кинотеатра, тренажерный зал (при обеспечении достаточной кратности воздухообмена) и т.д.

В соответствии с заданием на КП отопление, горячее и холодное водоснабжение, канализация и электроснабжение предусматриваются от существующих сетей. Поэтому в составе помещений не будут присутствовать такие как теплогенераторная, бойлерная, электрощитовая, водоподготовка и пр.

Дом-квартира может включать иные встроенные, пристроенные, встроено-пристроенные вспомогательные помещения, а также нежилые помещения общественного или производственного назначения (промышленного, сельскохозяйственного, общественно-обслуживающего) и автостоянки (гаражи-стоянки, не оборудованные для ремонта и техобслуживания автомобилей), режим работы которых не оказывает вредных воздействий на условия проживания в жилой застройке. В рамках курсового проекта предусматривать такие помещения (за исключением гаражей) не рекомендуется.

Размещение жилых комнат в подвальных и цокольных этажах не допускается.

Площади помещений дома-квартиры должны определяться с учетом расстановки необходимого набора мебели и внутриквартирного оборудования (расстановка мебели в рамках КП прорабатываться не должна, следует показать только расстановку оборудования в ванных/душевых/совмещенных санузлах/уборных и на кухне). **Минимальные площади и размеры помещений** должны составлять:

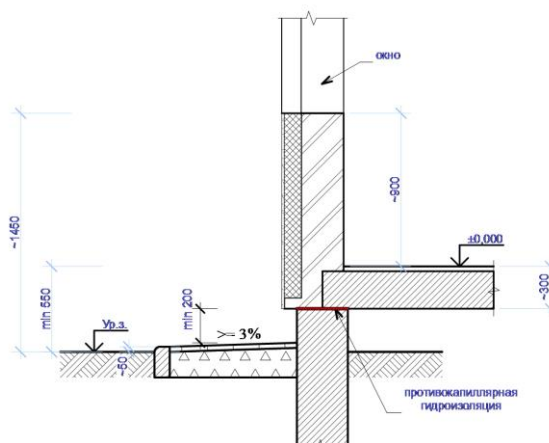
- общей жилой комнаты - 12 м^2 (рекомендуется не менее 16 м^2 , такая минимальная площадь установлена для квартир с числом комнат 2 и более в многоквартирных зданиях);
- спальни - 8 м^2 (при размещении ее в мансарде - 7 м^2), для спальни на двоих рекомендуется минимальная площадь 10 м^2 ;

- кухни - 6 м^2 (рекомендуется не менее 8 м^2). Минимальная ширина кухни и кухонной зоны в кухне-столовой - $1,7 \text{ м}$ (рекомендуется не менее $2-2,5 \text{ м}$);
- минимальная ширина передней – $1,4 \text{ м}$ (рекомендуется 2 м и более);
- ширина внутриквартирных коридоров – $0,85 \text{ м}$;
- размеры ванной должны обеспечивать установку ванны ($1,8 \times 0,8 \text{ м}$), умывальника ($0,45 \times 0,45 \text{ м}$) и стиральной машины (если не предусматривается отдельная постирочная), минимальная ширина ванной составляет $1,5 \text{ м}$;
- ширина туалета – не менее $0,8 \text{ м}$, глубина – при открывании двери наружу – $1,2 \text{ м}$, внутрь – $1,5 \text{ м}$.

При разработке планировки минимальные площади и размеры помещений должны приниматься для маленьких коттеджей с площадью этажа до $40-45 \text{ м}^2$. При большей площади этажа следует принимать размеры не менее рекомендуемых.

ВАЖНО: вход в коттедж рекомендуется располагать посередине длинной стороны плана жилой части здания. Это позволит во многих случаях избежать устройства длинных коридоров и проходных комнат. Категорически не рекомендуется устраивать вход «с угла».

Вход организуется по лестнице через крыльцо, поднятое над уровнем земли на высоту не менее 600 мм . Эта высота определяется минимальной разницей между уровнем пола первого этажа и уровнем земли при полах первого этажа по цокольному перекрытию. Показанная на рисунке цифра 550 мм округляется до 600 мм с учетом стандартной высоты ступени 150 мм .



Отметку уровня земли можно принять и менее $-0,600 \text{ м}$, если, например, требуется увеличить высоту над землей низа окна свыше $1,5 \text{ м}$ (уровень глаз человека среднего роста). Обычно отметку крыльца принимают на $20-30 \text{ мм}$ ниже отметки уровня чистого пола первого этажа ($-0,020$; $-0,030$), а отметку уровня земли берут с учетом этого и кратно высоте ступеньки 150 мм : $-0,620$, $-0,770$, $-0,930$ и т.п. На соответствующую высоту подъема ($0,6$, $0,75$, $0,9 \text{ м}$ и т.д.) должна быть впоследствии рассчитана входная лестница.

Ширину крыльца от входной двери следует принимать так, чтобы можно было открыть дверь, не отступая на ступеньки лестницы. В общественных зданиях принимают ширину крыльца не менее $1,5$ ширины полотна входной двери. Для коттеджа, если принять ширину полотна входной двери 900 мм , можно взять ширину крыльца $1200-1300 \text{ мм}$ или больше.

На входе в коттедж следует принять меры для ограничения попадания в зимний период холодного воздуха в жилую часть дома. Для этого устраивается тамбур, глубину которого для коттеджа можно принимать $1000-1200 \text{ мм}$. Для зданий высотой до 3-х этажей включительно, расположенных в районах с температурой наиболее холодной пятидневки обеспеченностью $0,92$

-40 °С и ниже (по СП 131.13330.2018), тамбур рекомендуется предусматривать двойным. В качестве тамбура или одного отделения двойного тамбура может выступать веранда¹.

Выход из тамбура внутрь дома нужно организовать в переднюю, при которой можно предусмотреть гардеробную или встроенные шкафы. А из передней уже организовывать распределение по комнатам.

Выход (лестницу) на второй этаж/в подвал также желательно организовать из передней таким образом, чтобы выходить на этаж, на который ведет лестница, ближе к его центру. Можно, правда, поместить лестницу и в общую комнату. Красивая лестница является украшением интерьера.

Проектирование проходных комнат (особенно спален!) не допускается.

Соотношение размеров помещений не должно превышать 1:2, т.к. вытянутые узкие комнаты нефункциональны и создают психологический дискомфорт.

Не рекомендуется располагать помещения с влажным и мокрым режимами эксплуатации (относительная влажность воздуха свыше соответственно 60 и 75 %) у наружных стен. Такое решение может потребовать устройства пароизоляции в многослойных стенах.

Положение санузлов/ванных/душевых/уборных/постирочных желательно блокировать с кухнями. Это удешевит прокладку коммуникаций по зданию, т.к. горячее и/или холодное водоснабжение, канализацию придется подтягивать ко всем этим помещениям. Все названные помещения должны также оборудоваться вентиляционными вытяжками, и их размещение в одном блоке, возможно, позволит сократить еще и количество вентиляционных труб, проходящих через чердак и кровлю.

Располагая перечисленные помещения на разных этажах, рекомендуется помещать их друг над другом, что опять-таки позволит минимизировать количество стояков, вентиляционных каналов, а также последствия аварийных протечек².

Проектировать совмещенные санузлы можно в коттеджах с числом спален не более одной, а также, если количество санузлов в коттедже более одного.

Вход в помещение, оборудованное унитазом, из жилых комнат и кухонь допускается только в квартирах, проектируемых для инвалидов.

Высота (от пола до потолка) жилых комнат и кухни в климатических районах IА, IБ, IГ, IД и IА (по СП 131.13330.2018) должна быть не менее 2,7 м, в остальных - не менее 2,5 м. Высоту жилых комнат, кухни и других помещений, расположенных в мансарде, и при необходимости в других случаях, определяемых застройщиком, допускается принимать не менее 2,3 м. В коридорах и при устройстве антресолей высота помещений может приниматься не менее 2,1 м³.

В проекте следует задаться высотой этажа, принимая ее из следующего ряда: 2,8 м, 3,0 м, 3,3 м, 3,6 м. Принимать большие высоты этажа в учебном проектировании не рекомендуется. Нужно иметь в виду, что с увеличением высоты этажа возрастают и размеры горизонтальной проекции внутриквартирной лестницы, т.е. для ее размещения потребуется больше места. Поэтому в небольших коттеджах будет трудно обеспечить большую высоту

¹ **Веранда** – открытое помещение, пристроенное, встроенное, или встроенно-пристроенное к зданию, остекленное полностью или частично, может быть разной этажности и иметь антресоли.

² В многоквартирных жилых домах расположение санузлов над жилыми комнатами и кухнями допускается только для квартир, расположенных в двух уровнях.

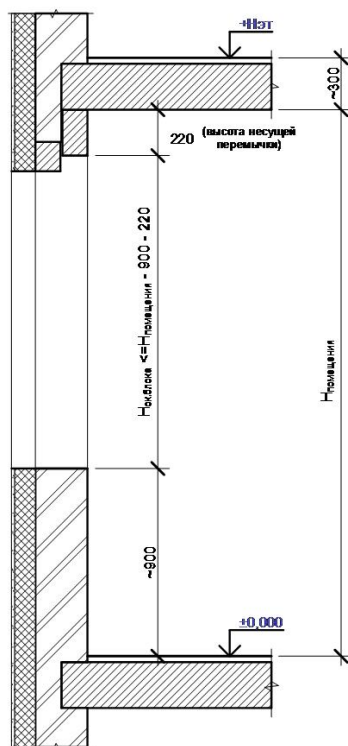
³ На эту высоту, как минимальную, следует ориентироваться и при перекрытии части внутриквартирной лестницы, устанавливая высоту от низа перекрытия до ступеней.

этажа без потерь полезной площади. Определению размеров лестницы будет посвящено следующее занятие.

Естественное освещение должны иметь жилые комнаты и кухни. Желательно¹ обеспечить естественное освещение лестницы.

Площадь световых проемов, строго говоря, должна определяться расчетом естественной освещенности. Для ориентировочного подбора площади окон можно использовать следующее правило: отношение площади окон к площади пола помещения должно находиться в пределах $1/8 \div 1/5,5$. Для жилых помещений мансарды можно уменьшить это отношение до $1/10$, так как расположенные в плоскостях скатов крыши мансардные окна имеют большую световую активность по сравнению с окнами в наружных стенах.

Для подбора размеров окон нужно задаться указанным соотношением и, зная высоту этажа, принять высоту оконных блоков. При этом нужно иметь в виду, что, например, при высоте этажа 2,8 м и толщине перекрытия вместе с полом 0,3 м (обычно при разработке проекта ориентируются именно на такую толщину) оконный блок номинальной высотой 1,5 м не всегда подойдет. Высота помещения при такой высоте этажа составляет примерно 2,5 м. С учетом расположения низа проема на высоте 0,9 м над полом, от верха окна до низа перекрытия останется только 100 мм. Если стена является несущей (на нее опираются конструкции перекрытия), а высота перемычки над проемом при этом не может быть менее 220 мм, то такой оконный блок не вмещается (см. рисунок).



Пример. Пусть площадь помещения составляет 20 м^2 . Задаемся соотношением площади окон к площади пола $1/6,5$. Требуемая площадь окон составит $20/6,5=3,1 \text{ м}^2$. При высоте этажа 3,0 м высота помещения составляет примерно 2,7 м. Принимаем высоту оконного блока 1,5 м ($1500+900+220=2620 \text{ мм} < 2700 \text{ мм}$). Тогда требуемая погонная длина окон будет $3,1/1,5=2,1 \text{ м}$. По таблице 5 методички подбираем один оконный блок 15-21 или два блока: 15-9 и 15-12.

¹ В многоквартирных домах это обязательно для лестничных клеток.

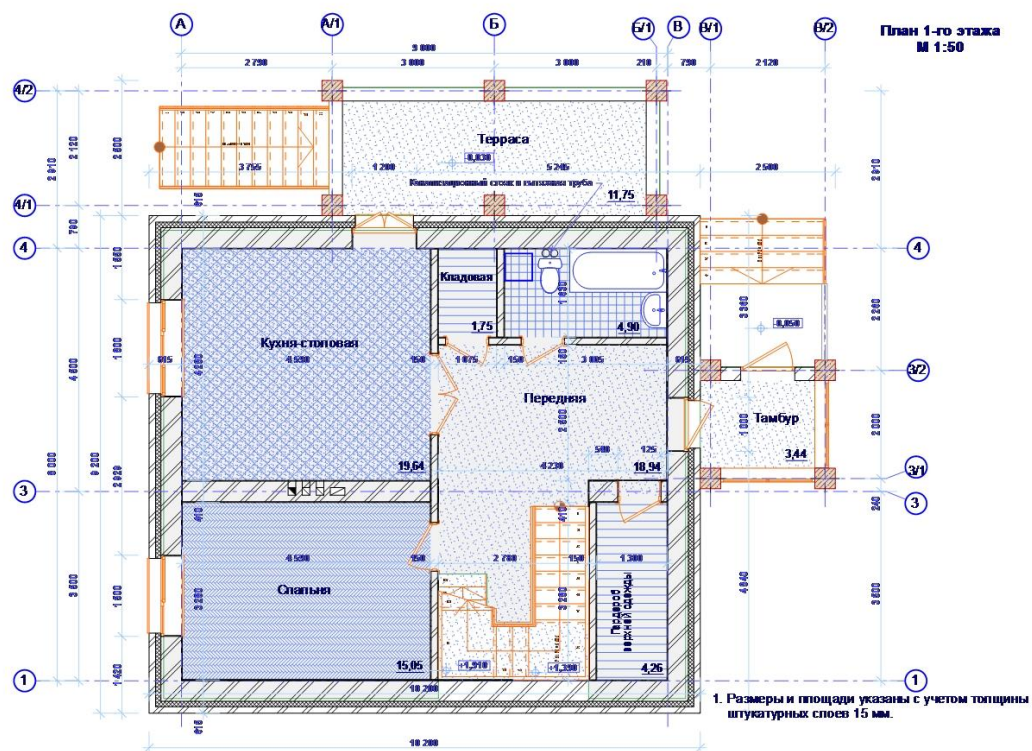
Не рекомендуется предусматривать в помещении количество окон больше 1-2. Кроме увеличения затрат это создаст затруднения в размещении мебели.

Вентиляция в жилых домах, как правило, решается как приточно-вытяжная с естественным побуждением. При этом более легкий нагретый воздух из помещения удаляется через вытяжки, а приток свежего осуществляется через неплотности в притворах окон, балконных дверей и при проветривании через форточки, фрамуги, окна, системы микропроветривания пластиковых окон.

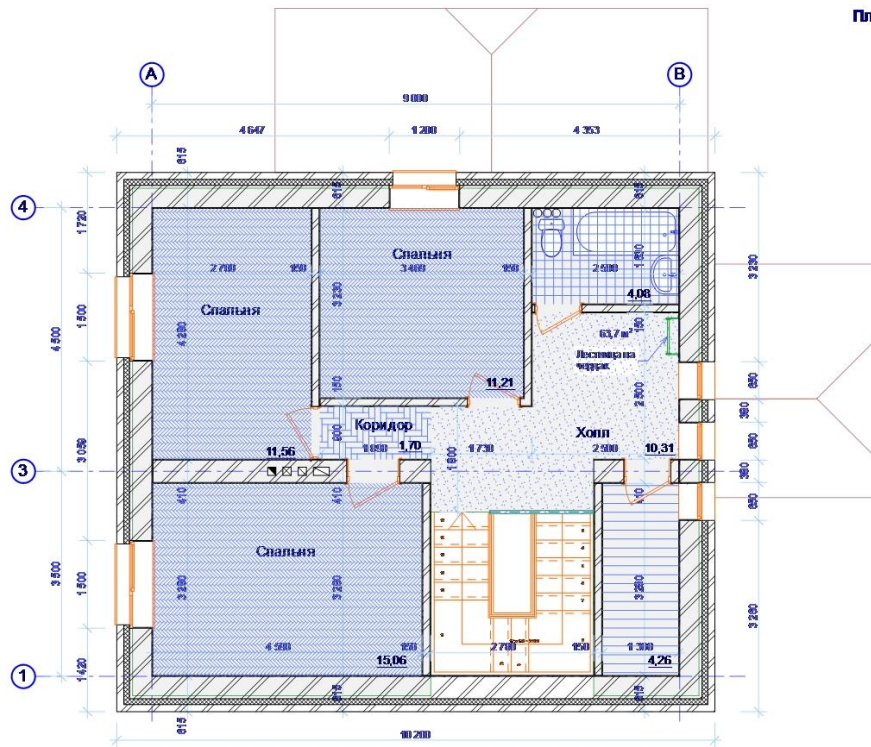
Как уже говорилось выше, вытяжками должны быть обеспечены кухни, уборные, ванны, совмещенные санузлы, душевые, постирочные, т.е. помещения в которых требуется довольно высокая кратность воздухообмена. При необходимости вытяжки могут устраиваться и в других помещениях квартиры.

В рамках учебного проекта следует, как правило, предусматривать вытяжки через вентиляционные каналы в капитальных стенах. Последние для это должны иметь толщину не менее 380 мм (1,5 кирпича). Соответственно располагать оборудуемые вытяжками помещения нужно у таких стен.

Пример планировки коттеджа приведен на рисунках.

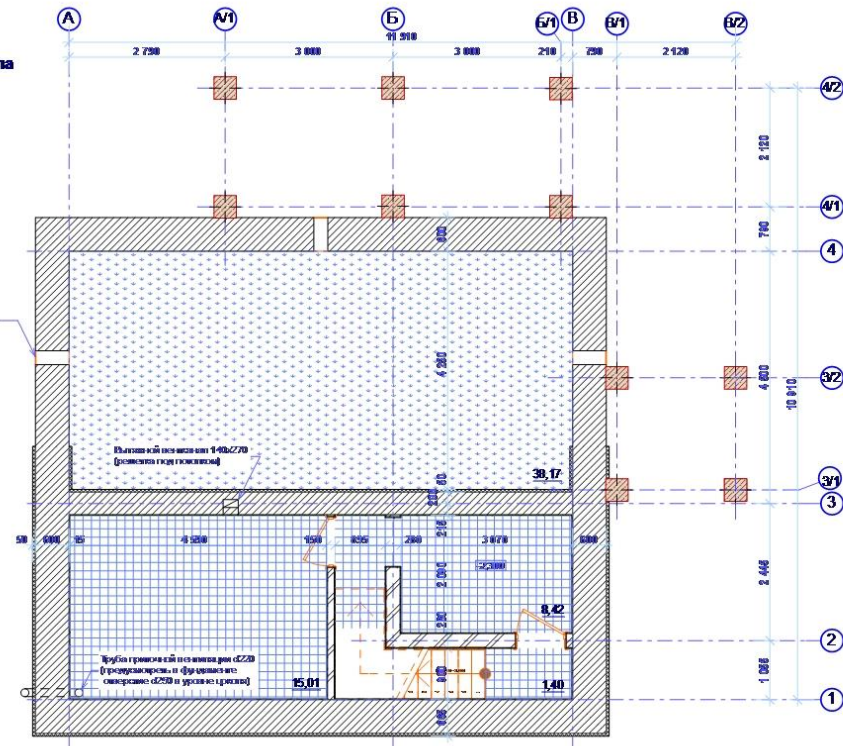


План 2-го этажа
М 1:50



План подвала
М 1:50

По территории гаражи
проектируются 3 гаража
площадью по 500 кв.м
каждый (1500 кв.м)



Тема 3. Расчет геометрических параметров простых лестниц.

Конструктивные решения лестниц

Лестницы – элемент вертикальных коммуникаций, связывающий между собой различные этажи или уровни здания. Лестницы являются одним из основных элементов эвакуационных путей из здания. Поэтому геометрические параметры лестниц должны быть удобны для передвижения по ним.

Удобство подъема или спуска по лестнице зависит от ширины марша и размеров ступеней, определяющих также уклон лестницы.

Лестница состоит из наклонных маршей и горизонтальных площадок. Все марши одной лестницы должны иметь одинаковый уклон. Уклон марша – отношение высоты подъема по маршу H_m к горизонтальной проекции его длины L_m (см. рисунок ниже) можно также вычислить как отношение размеров подступёнка и проступи h/b .

$$\text{Уклон марша} = H_m/B_m = h/b.$$



Для внутриквартирных лестниц, а также лестниц ведущих в подвалы и цокольные этажи, максимальный уклон должен составлять не более $1/1,25$ ($0,8$)¹. То есть угол наклона марша не должен превышать $38,7^\circ$.

Размеры проступи и подступенка также должны обеспечивать удобство использования лестницы. Высоту подступёнка² в рамках курсового проекта следует принимать в пределах 150-190 мм (оптимальной является высота 150-170 мм). Размер проступи должен приниматься в пределах 250-300 мм.

¹ Этот норматив взят из СП 54.13330.2016 по *многоквартирным* жилым зданиям. Конечно, при индивидуальном жилищном строительстве застройщик может принимать желаемый уклон лестниц, но в то же время не следует забывать об удобстве пользования ими.

² СП 1.13130.2009 «Эвакуационные пути и выходы» допускает принимать высоту ступени до 220 мм, но такие ступени будут очень неудобными для подъема. В соответствии с этим же СП ширина проступи, как правило, составляет не менее 250 мм.

Соотношение размеров проступи и подступёнка обычно определяют по формуле Blondеля¹, привязанной к размеру шага человека при движении по наклонной плоскости:

$$b + 2h = 600-640 \text{ мм.}$$

Количество подступенков в марше определяется как

$$K_n = H_m/h.$$

Количество подступёнков в одном марше не должно быть менее трех. Если в марше один или два подступёнка, то люди зрительно плохо ощущают перепад уровня пола и могут оступиться. В пределах первого этажа допускается не более 18 подъемов (подступенков) в одном марше (в остальных случаях – не более 16).

Количество проступей в марше:

$$K_{np} = K_n - 1,$$

так как верхняя проступь (фризовая ступень) уже входит в ширину площадки.

Ширина марша² внутриквартирных лестниц принимается не менее 0,9 м. В курсовом проекте следует брать ширину марша 0,9-1,1 м. Ширину лестничной площадки принимают не менее ширины марша³.

Проектируя лестницу нужно понимать, что чем более удобную – более пологую – лестницу мы берем, тем больше места потребуется для ее размещения. И возможность этого размещения в конкретном месте плана здания следует проверить.

Площадь, занимаемая лестницей на плане здания, зависит также от ее формы (формы ступеней, количеству и форме маршей и т.д.).

В рамках курсового проекта с учетом определенных заданием конструктивных решений лестниц следует применять только простые лестницы с прямыми маршами без забежных ступеней: типы 1, 7, 9, 12, 24, 25, 34 и подобные (см. рисунок ниже).

Длина горизонтальной проекции марша определяется количеством ступеней (проступей) K_{np} и размером проступи b :

$$L_m = K_{np} \times b.$$

Общая длина одномаршевой лестницы (с площадками) составит $B_1 + L_m + B_2$.

Ширина одномаршевой лестницы определяется шириной ее марша. Для двухмаршевой лестницы с параллельными маршами (тип 9) ее ширина будет равна удвоенной ширине марша плюс расстояние между маршами⁴, принимаемое обычно равным 100 мм.

Отметим, что в лестницах, имеющих два марша и более, можно при необходимости регулировать длину маршей, изменяя высоту расположения промежуточных площадок.

Пример подбора параметров лестницы.

Высота этажа принята 3,0 м. Ширину марша принимаю 1,0 м.

1. Хотим применить одномаршевую лестницу с прямым маршем.

Задаемся удобными размерами ступени 150х300 мм (удовлетворяют формуле Blondеля: $300 + 2 \times 150 = 600$ мм).

Определяем количество подъемов в марше:

$K_n = 3000/150 = 20$ подступёнков – не соответствует требованию иметь в одном марше не более 18 подъемов.

2. Пробуем увеличить размер подступёнка, приняв в марше их максимальное количество:

$$h = 3000/18 = 166,7 \text{ мм.}$$

¹ Французский архитектор 18 века.

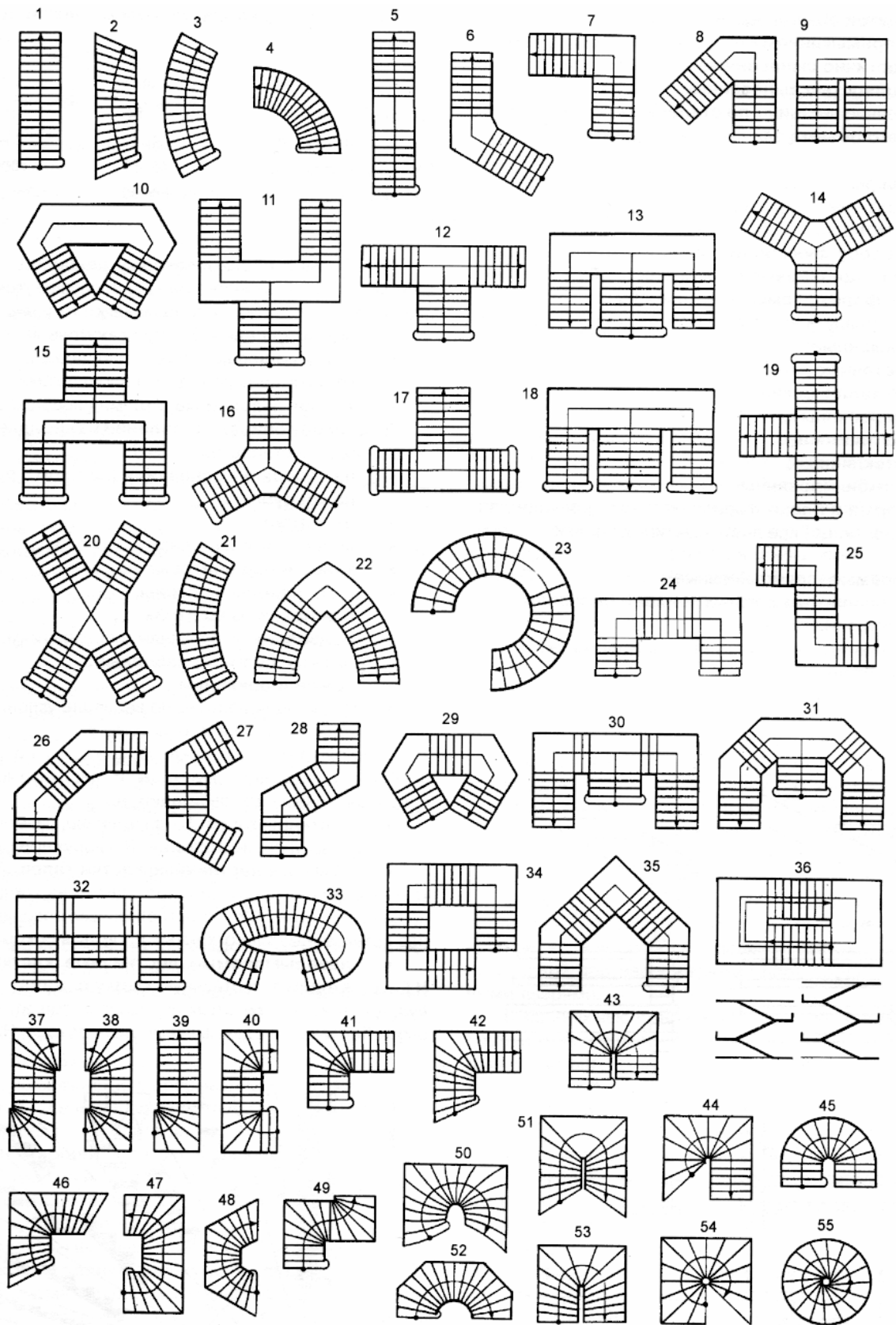
² Шириной марша называется расстояние между его ограждениями (перилами, стенами).

³ В многоквартирных зданиях ширина площадки должна быть не менее 1,2 м.

⁴ В лестничных клетках многоквартирных зданий это расстояние предназначено для пропуска пожарных рукавов, диаметр которых 80 мм.

Тогда размер проступи можно принять из формулы Блонделя:

$$b=600-2 \times 166,6=266,7 \text{ мм.}$$



одномаршевые: 1 – прямая; 2 – с забежными ступенями; 3, 4 – криволинейные;
двухмаршевые: 5 – прямая; 6–10 – с поворотами, соответственно на 60°, 90°, 120°, 180°, 240°;
 11–14 – с двумя выходными маршами (распашные); 15–18 – с двумя отправными маршами;
 19, 20 – с двумя отправными и выходными маршами; 21, 22 – криволинейные; 23 – круговая;

трёхмаршевые: 24–29 – поворотные; 30, 31 – с двумя промежуточными и выходными маршами; 32 – с двумя отправными и промежуточными маршами; 33 – криволинейная (овальная);

четырёхмаршевые: 34–36 – поворотные; 37–45 – с прямыми и забежными ступенями; 46–53 – только с забежными ступенями; 54, 55 – винтовые с забежными ступенями.

Количество проступей $K_{пр} = 18 - 1 = 17$

Определим длину марша: $L_m = 266,7 \times 17 = 4533$ мм.

С учетом ширины площадок в 1 м длина лестницы составит $4533 + 2 \times 1000 = 6533$ мм.

Проверяем возможность размещения лестницы на плане: слишком длинная (допустим для примера, что это так).

3. Пробуем принять самую крутую ступень.

$K_{п} = H_m / 190 = 3000 / 190 = 15,8$, т.е. должен принять 16 подъемов (190 – максимальная здесь высота подступенка).

$h = 3000 / 16 = 187,5$ мм.

$b = 600 - 2 \times 187,5 = 225$ мм – слишком мало. Минимальная ширина проступи 250 мм.

Принимаем $b = 250$ мм.

Проверяем уклон лестницы: $187,5 / 250 = 0,75 < \text{предельного уклона } 0,8$.

Проверяем по формуле Blondеля: $250 + 2 \times 187,5 = 625$ мм – укладывается в пределы.

$L_m = 250 \times (16 - 1) = 3750$ мм.

Длина лестницы $3750 + 2 \times 1000 = 5750$ мм.

Почти на 800 мм короче, но (допустим) всё равно много.

4. Отказываемся от одномаршевой лестницы и принимаем двухмаршевую с параллельными маршами.

При расположении промежуточной площадки посередине высоты этажа количество подъемов в маршах будет одинаковым, а высота подъема по одному маршу H_m составит 1500 мм.

Принимаем по 9 подъемов в марше.

Размер подступенка составит $h = 1500 / 9 = 166,7$ мм (в допустимых пределах).

Размер проступи $b = 600 - 2 \times 166,7 = 266,7$ мм (в допустимых пределах).

Уклон лестницы $166,7 / 266,7 = 0,625$ – меньше максимального 0,8.

Длина марша $266,7 \times (9 - 1) = 2134$ мм.

Длина лестницы с учетом площадок $2134 + 2 \times 1000 = 4134$ мм.

Ширина лестницы составит $2 \times 1000 + 100 = 2100$ мм в чистоте (1000 мм здесь – принятая ширина марша).

Проверяем размещение на плане – вмещается!

Конструктивные решения лестниц малоэтажных домов могут быть весьма разнообразны (см., например, Иожеф Косо. Лестницы. Дизайн и технология. – Контэнт, 2007). В практике курсового проектирования, как правило, применяют деревянные лестницы по тетивам или косоурам и лестницы из сборных железобетонных ступеней по стальным или железобетонным косоурам. Здесь нужно следовать заданию на проектирование. Конструкции таких лестниц показаны на рисунках ниже.

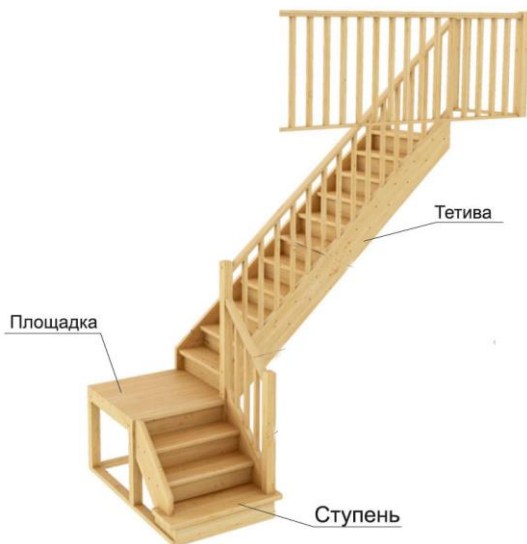
При размещении лестницы следует учитывать наличие необходимости ее опирания на несущие конструкции и понять, где располагаются несущие элементы лестницы и на что они будут опираться.

Деревянные лестницы, тетивы или косоуры которых обычно упираются в лобовые балки, достаточно легкие для того, чтобы эти балки оперлись на деревянные стойки, которые в свою очередь можно опереть прямо на перекрытие (они, конечно, могут опереться и на капитальные стены).

Лестницы из сборных железобетонных ступеней являются слишком тяжелыми, чтобы опирать их на перекрытие. Для несущих элементов таких лестниц следует предусмотреть вертикальные несущие элементы: стены или столбы, передающие нагрузку на фундаменты.

У лестниц с подкосоурными балками последние и несут всю нагрузку. Соответственно, опирание этих балок должно осуществляться на несущие конструкции. Такие конструкции в этом случае должны располагаться параллельно лестничному маршу, подкосоурным балкам которого они служат опорой. Для лестниц же по гнутым или сварным «ломаным» косоурам нужно иметь опорные конструкции для них «с торца», т.е. перпендикулярно маршу.

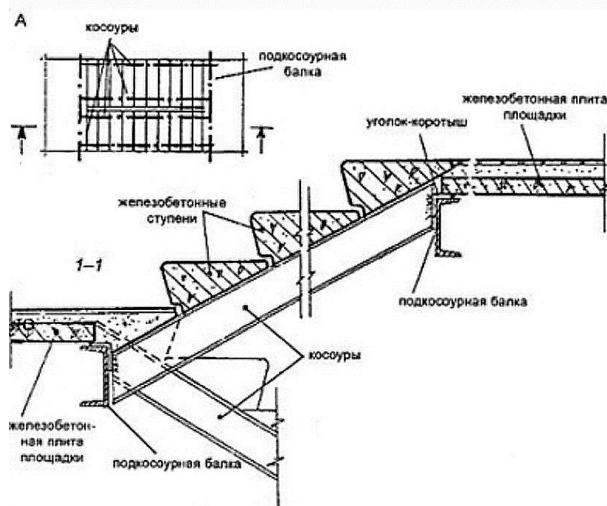
Если в задании указана лестница по стальным косоурам, то рассмотрите рисунки таких лестниц и решите: какой из вариантов вам удобнее применить в своем проекте.



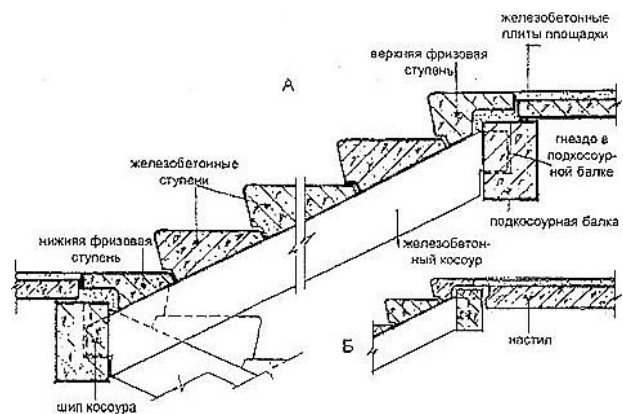
Деревянная лестница по тетивам



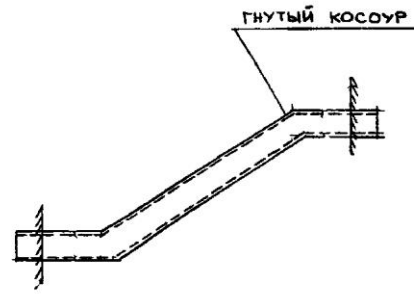
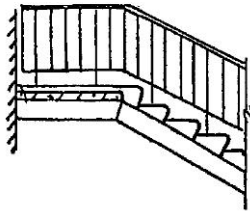
Деревянная лестница по косоурам



Лестница из сборных железобетонных ступеней по стальным косоурам и подкосоурным балкам



Лестница из сборных железобетонных ступеней по железобетонным косоурам и подкосоурным балкам



Лестница из сборных железобетонных ступеней по стальным гнутым или сварным косоурам (без подкосоурных балок)

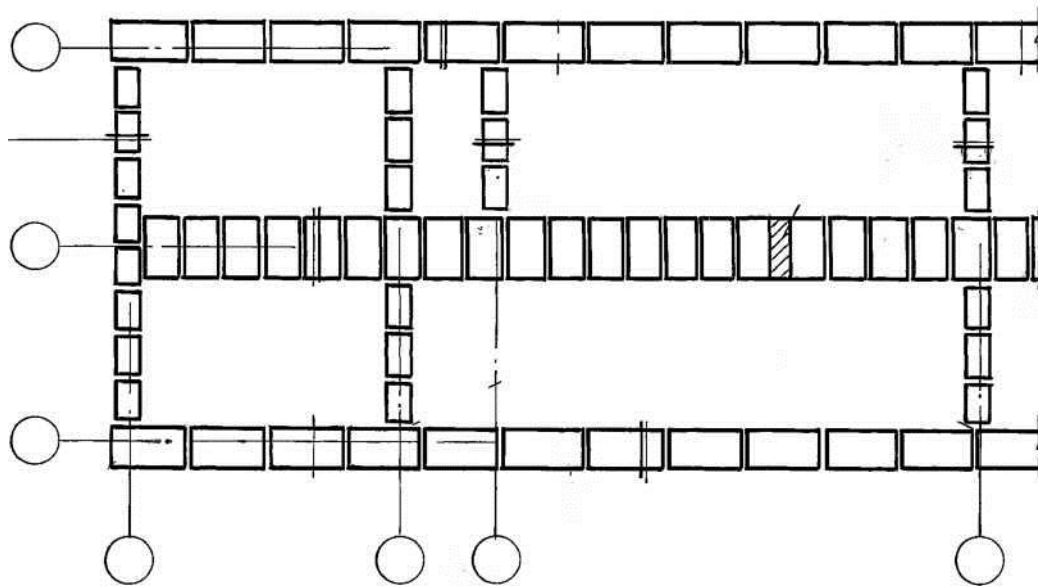
Тема 4. Теплотехнический расчет наружных стен

Теплотехнический расчет выполняется в соответствии с методическими указаниями по практическим занятиям к дисциплине «Строительная физика».

Тема 6. Конструкции ленточных фундаментов для пучинистых и непучинистых грунтов. Переход от одной глубины заложения к другой. Классификация и маркировка элементов сборных ленточных фундаментов. Определение глубины заложения фундаментов по условию отсутствия морозного пучения под их подошвой. Разработка и оформление плана фундаментов.

Ленточные фундаменты, как правило, используются в зданиях со стеновой конструктивной схемой.

Форма ленточного фундамента в плане повторяет расположение капитальных стен здания. Ленточный фундамент в разрезе представляет собой стену в грунте (или отгораживает от грунта подвальное пространство), которая может иметь уширение по низу.



На схеме показана раскладка фундаментных подушек сборного ленточного фундамента.

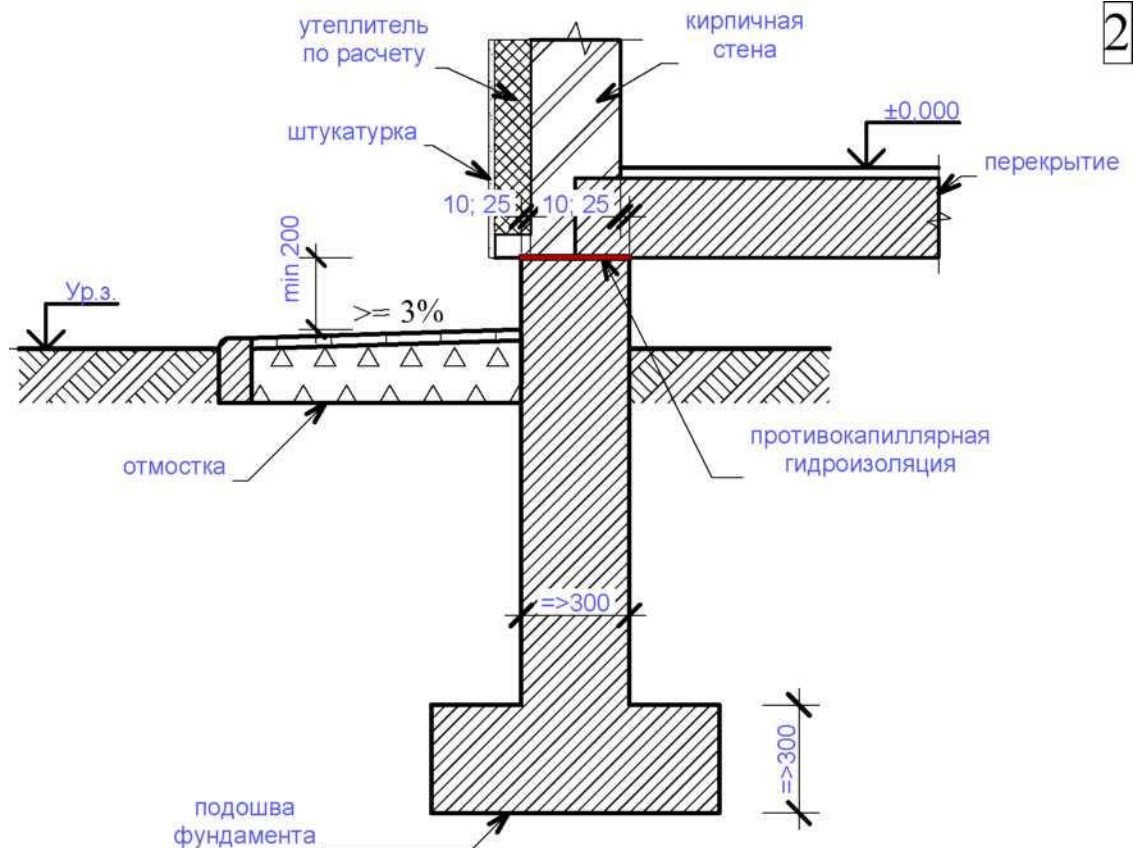
Обратите внимание, что подошва фундамента под разные стены имеет разную ширину. Очевидно, это здание имеет продольно-стеновую конструктивную схему, соответственно на продольные стены передается нагрузка от перекрытий. На внутреннюю стену эта нагрузка практически в два раза больше, т.к. перекрытия опираются на нее с двух сторон. Соответственно и фундамент здесь шире. Поперечные же стены являются самонесущими, нагрузка от перекрытий на них не передается и фундамент гораздо уже.

Если сделать все фундаменты одинаковой ширины, то из-за разницы в нагрузках можно получить значительную разницу в осадках грунта: малонагруженные фундаменты самонесущих стен дадут существенно меньшую осадку, чем фундаменты несущих со всеми вытекающими последствиями в виде трещин в стенах и т.п. Строго говоря, это должно проверяться расчетом осадок фундаментов, который мы с вами в рамках "компоновочных" проектов не делаем.

Поэтому мы просто **условно договоримся** в этом проекте принимать ширину подошвы фундаментов:

- под самонесущие стены - 600 мм,
- под несущие наружные и внутренние, на которые перекрытия опираются с одной стороны - 800 мм,
- и под несущие внутренние, на которые перекрытия опираются с двух сторон - 1200 мм.

Отметим, что для одно-двухэтажного коттеджа при более или менее нормальных грунтовых условиях в реальных случаях такая разница может и не потребоваться, как и вообще уширение фундамента понизу. Но в нашем учебном проекте это будет.



Толщина фундаментной стены определяется прочностным расчетом и конструктивными соображениями. Как правило, ее принимают не менее 300 мм. При толщине кирпичной части стены 250 мм примем ширину фундаментной стены 300 мм, а при толщине 380 мм - 400 мм. Толщина утеплителя здесь никакой роли не играет, т.к. утеплитель крепится к стене, а вовсе не опирается на фундамент. Кирпичный пояс под утеплителем показан лишь чтобы "прикрыть" его снизу (это место может быть решено и по-другому).

При этом фундамент будет выступать за кирпич стены соответственно на $(300-250)/2=25$ и $(400-380)/2=10$ мм (стена опирается на фундамент "соосно", так чтобы не возникло эксцентриситета приложения нагрузки и, соответственно, дополнительного изгибающего момента).

Фундамент выступает из земли на высоту не менее 200 мм от верха отмостки.

По верхнему обрезу фундамента располагается противокапиллярная гидроизоляция в виде двух слоев гидроизола или рубероида на битумной мастике (желательно применять надежные, долговечные гидроизоляционные материалы). Она создает барьер для влаги, поднимающейся по капиллярам бетона фундамента за счет поверхностного натяжения жидкости (мениск). Ее отсутствие или разрушение создаст большие проблемы жильцам в виде мокрых стен. В зависимости от структуры материала капиллярная влага может подниматься на высоту до 10 м. Эту гидроизоляцию и поднимают над отмосткой во избежание попадания в стык фундамента со стеной талых и дождевых вод.

Атмосферные осадки и талые воды от фундамента отводит отмостка, уклон которой принимается не менее 3 % (0,03). Ширина отмостки для мало- и многоэтажных жилых зданий принимается 500-1000 мм в зависимости от высоты здания и организации водоотвода с крыши. Для малоэтажных зданий даже с наружным неорганизованным (с карниза на землю) водоотводом достаточна ширина отмостки 500-750 мм.

Некоторые простейшие варианты устройства отмостки показаны в имеющейся в электронных материалах к проекту типовой серии 2.110-1 Детали фундаментов жилых зданий. Выпуск 1, лист 33 (стр. 39, узлы 52-54).

Глубина заложения ленточного фундамента определяется, прежде всего, несущей способностью грунтов основания. Считается, что минимальная глубина заложения фундаментов под наружные стены составляет 700 мм, а под внутренние - 500 мм, так как нельзя опираться на плодородный слой грунта, ослабленный органическими примесями, попеременным воздействием замораживания-оттаивания и пр. Поэтому если грунт, располагающийся на этой глубине, способен воспринять нагрузки от здания и не обладает какими-либо специфическими свойствами, заставляющими выбрать большую глубину заложения, то можно принять ее минимальной.

Мы будем считать, что в нашем случае прочностные и деформационные характеристики грунта на глубинах до 3 м достаточны для восприятия нагрузок от здания.

Однако в средней полосе РФ (и далеко не только здесь) повсеместно встречаются так называемые пучинистые грунты, обладающие свойствами **морозного пучения** (в Московской обл., например, такие грунты залегают на более чем 80 % территории).

Пучинистый грунт характерен тем, что плохо пропускает воду. Кроме того мелкие пылеватые частицы, присутствующие в таком грунте в большом количестве, связывают имеющуюся в грунте влагу. Если такой грунт подпитывается влагой близкими расположенными грунтовыми водами (или осенью постоянно идут дожди, весной тает много снега и т.п.), то к наступлению холодов он имеет большую влажность. Как известно, при замерзании вода увеличивается в объеме примерно на 9 %. Вертикальная деформация пучинистого грунта по отношению к толщине промерзающего слоя (относительная деформация морозного пучения) может составлять от 1-3,5 % для слабопучинистых до более чем 10-15 % для чрезмернопучинистых грунтов. При промерзании такого грунта под подошвой фундамента возникают выталкивающие его нормальные силы.

Кроме того возникают касательные силы морозного пучения, действующие на боковые грани фундамента, так как увеличившийся в объеме и сдавивший фундамент грунт поднимается вверх.

Морозное пучение особенно опасно для небольших домов, так как их вес не способен скомпенсировать силы морозного пучения. Величина удельных касательных сил может достигать 110 кПа, а нормальных - на порядок больше.

Поэтому **одной из главных мер борьбы с морозным пучением является заложение фундамента ниже глубины промерзания грунта.**

Когда же может возникать морозное пучение?

Во-первых, **грунт должен обладать свойствами пучинистости.** К пучинистым относятся все глинистые грунты, мелкие и пылеватые пески и даже крупнообломочные грунты с большим содержанием глинистого заполнителя. Обратите внимание, что все типы грунтов, присутствующие в ваших заданиях на проектирование, относятся к пучинистым.

Во-вторых, **грунт должен находиться в увлажненном состоянии.** СП 22.13330.2016 "Основания зданий и сооружений" указывает, что для большинства типов пучинистых грунтов возможность возникновения морозного пучения должна учитываться, если уровень залегания грунтовых вод расположен ближе 2 м к глубине промерзания грунта.

Уровень грунтовых вод указан в задании на проектирование.

Глубину промерзания нужно вычислить (СП 22.13330, п. 5.5):

Нормативная глубина промерзания: $d_{fn} = d_0 \sqrt{|M_t|}$,

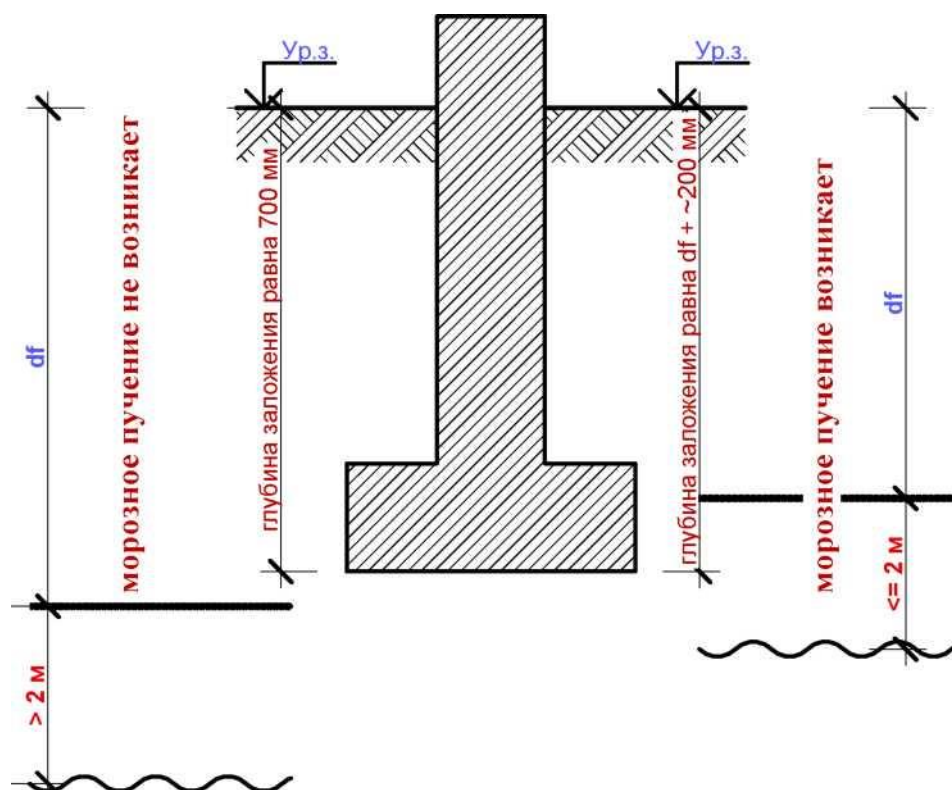
где d_0 - величина, зависящая от типа грунта: 0,23 м - для глин и суглинков, 0,28 м - для супесей, мелких и пылеватых песков;

Mt - безразмерный коэффициент, равный сумме среднемесячных отрицательных температур за год. Эти температуры берем для своего города в СП 131.13330.2018 "Строительная климатология", таблица 5.1 (начинается на стр. 50).

Расчетная глубина промерзания: $d_f = d_{fn} \times k_h$, где k_h - коэффициент, учитывающий, что отапливаемое здание выделяет тепло в грунт, уменьшая таким образом глубину промерзания. Обратите внимание на обведенные в следующей таблице значения.

Особенности сооружения	Коэффициент k_h , при расчетной среднесуточной температуре воздуха в помещении, примыкающем к наружным фундаментам, °С				
	0	5	10	15	20 и более
Без подвала с полами, устраиваемыми:					
по грунту	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
на лагах по грунту	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
по утепленному цокольному перекрытию	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7
С подвалом или техническим подпольем	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
<p>Примечания</p> <p>1 Приведенные в таблице значения коэффициента k_h относятся к фундаментам, у которых расстояние от внешней грани стены до края фундамента меньше 0,5 м; если оно больше 1,5 м, значения коэффициента k_h повышают на 0,1, но не более чем до значения $k_h = 1$; при промежуточном значении значения коэффициента k_h определяют интерполяцией.</p> <p>2 К помещениям, примыкающим к наружным фундаментам, относятся подвалы и технические подполья, а при их отсутствии - помещения первого этажа,</p> <p>3 При промежуточных значениях температуры воздуха коэффициент k_h принимают с округлением до ближайшего меньшего значения, указанного в таблице.</p>					

Получив значение расчетной глубины промерзания, мы должны сравнить его с указанным в задании уровнем грунтовых вод (УГВ), сделать вывод о возможности возникновения морозного пучения и принять решение о глубине заложения фундамента, как это показано на рисунке.



Нужно отдавать себе отчет, что ориентируясь на расчетную глубину промерзания d_f , которая учитывает уменьшение глубины промерзания за счет тепловыделений здания, мы

тем самым предполагаем, что к началу холодного периода эти тепловыделения появятся, т.е. в здании будет включено отопление. Если по этому поводу есть сомнения, а морозное пучение возможно, то следует закладывать фундамент ниже нормативной глубины промерзания d_{fn} или принимать меры по утеплению фундаментов.

Укажем также, что для неотапливаемых зданий коэффициент $k_h=1,1$, т.е. расчетная глубина промерзания будет больше нормативной, т.к. в неотапливаемом здании отсутствует снеговое "одеяло" уменьшающее промерзание открытого грунта. Такой случай у вас может возникнуть при неотапливаемом гараже, для которого придется определить свои расчетную глубину промерзания и глубину заложения фундаментов. Дополнительный расчет придется также сделать, если подвал занимает не всю площадь здания (разные k_h).

Ленточные фундаменты малоэтажных зданий могут выполняться железобетонными (сборными из конструкций заводского изготовления или монолитными, бетонируемыми непосредственно на стройплощадке), бутобетонными - из смешанных с бетоном обломков природного камня, бутовыми (бутовой кладки) - из неровных, но формой близких к плитам природных камней, уложенных враспор траншеи на растворе.

Здесь мы рассмотрим только железобетонные фундаменты.

Сборные ЖБ фундаменты выполняются из фундаментных подушек (название по ГОСТ - плиты ленточных фундаментов) и фундаментных блоков (по ГОСТ - блоки фундаментные для стен подвалов, хотя они же используются и в зданиях без подвалов).

С учетом наших предыдущих договоренностей по ширине подошвы фундамента, нам понадобятся фундаментные подушки шириной 600, 800 и 1200 мм. Их номенклатура представлена ниже, а полная номенклатура плит ленточных фундаментов приведена в методичке [15] списка литературы из задания на проект. Там же имеются эскизы фундаментных подушек. Обратите внимание, что подушки шириной 600 мм отличаются формой поперечного сечения от других.

Ширина 600 мм: ФЛ6.24-4; ФЛ6.12-4.

Ширина 800 мм: ФЛ8.24-1; ФЛ8.12-1.

Ширина 1200 мм: ФЛ12.30-1; ФЛ12.24-1; ФЛ12.12.-1; ФЛ12.8-1.

В марке подушки буквы ФЛ означают плиту ленточного фундамента, первое число после букв - ширину подушки (конструктивный размер) в дм, второе (после точки) число - номинальную длину в дм (конструктивный размер будет на 20 мм меньше). Т.е., например, подушки шириной 800 мм имеются двух длин: 2,4 и 1,2 м, а подушки шириной 1200 мм - четырех длин: 3, 2,4, 1,2 и 0,8 м. Третье (после тире) число в марке подушки указывает на ее группу по несущей способности, которая - кроме подушек ФЛ6 - может принимать значения от 1 до 4. Для ФЛ6 - только 4. Нас устроит самая нижняя - 1-я группа.

Высота сечения этих подушек составляет 300 мм (конструктивный размер).

Фундаментные блоки используются в основном марки ФБС (сплошные). Конструктивная ширина этих блоков составляет 300, 400, 500 или 600 мм. С учетом толщины кирпичной части наших стен 250 или 380 мм, нам понадобятся только блоки шириной 300 и 400 мм.

Их номенклатура для блоков из тяжелого бетона, на что указывает буква "Т" в конце марки:

ширина 300 мм: ФБС24.3.6-Т; ФБС9.3.6-Т;

ширина 400 мм: ФБС24.4.6-Т; ФБС12.4.6-Т; ФБС9.4.6-Т; ФБС12.4.3-Т.

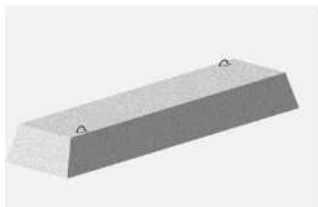
В марке блока буквы ФБС обозначают сплошной фундаментный блок, первое число после букв - номинальная длина в дм (конструктивная на 20 мм меньше), второе число (после точки) - конструктивная ширина блока (равна номинальной), третье число (после второй точки) - номинальная высота блока в дм (конструктивная на 20 мм меньше). Блоки высотой

300 мм используются как доборные.

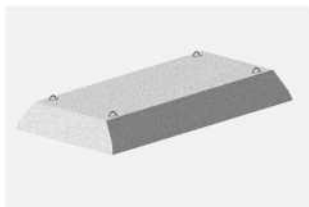
Нужно иметь в виду, что, в отличие от подушек, в блоках нет арматуры. Это позволяет, например, легко ломать длинный блок пополам.

Марки плит ленточных фундаментов и блоков фундаментных для стен подвалов к тестированию более подробно изучить по упомянутой методичке!

ФЛ6.24



ФЛ12.24



ФБС24.4.6

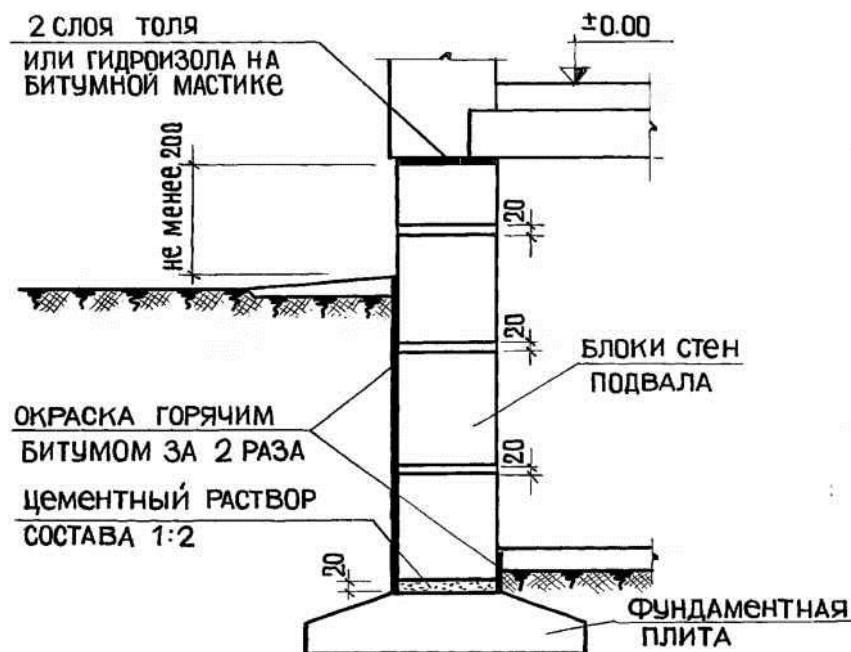


На песчаные грунты подушки укладываются по выровненной поверхности, а при других грунтах выполняется утрамбованная песчаная подсыпка толщиной 50 мм. При наличии подвала по подушкам укладывается слой плотного цементного раствора состава 1:2 (это водоцементное отношение) толщиной 20 мм. В зданиях без подвала используется цементно-песчаный раствор. Блоки также укладываются на цементно-песчаном растворе. **Количество блоков по высоте должно быть увязано с глубиной заложения фундамента.**

Приведенные ниже схемы взяты из имеющейся в электронных материалах к проекту типовой серии 2.110-1.

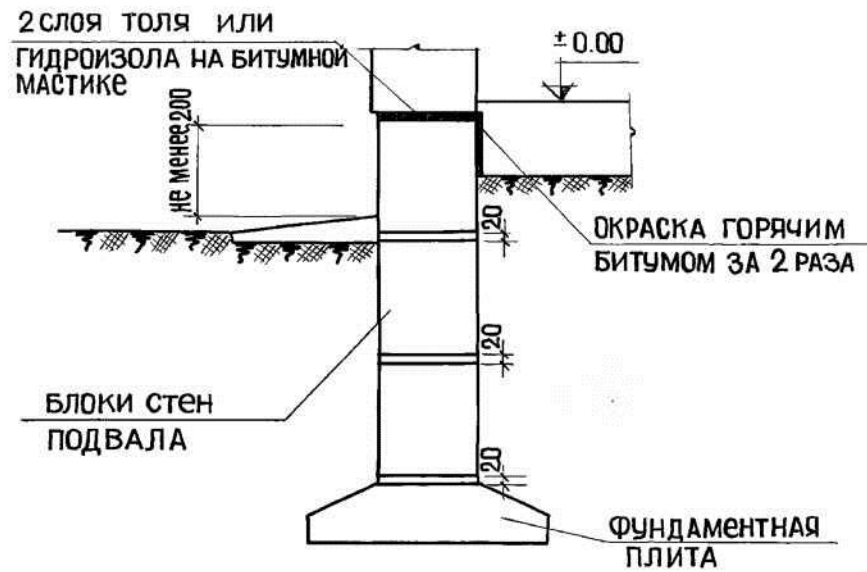
Фундамент под наружную стену в здании с подвалом

(глубина заложения фундамента должна быть не менее 500 мм от пола подвала)



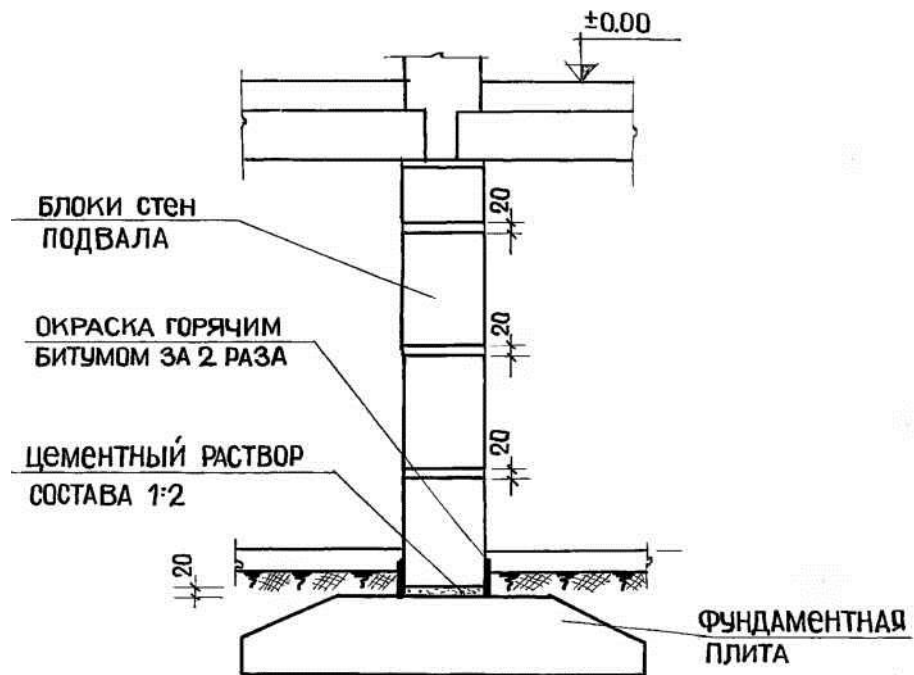
Фундамент под наружную стену в здании без подвала

(в нашем случае - при полах по цокольному перекрытию - уровень земли слева и справа от фундамента должен быть на одной отметке, а окраска битумом с внутренней стороны нужна при полах по грунту)



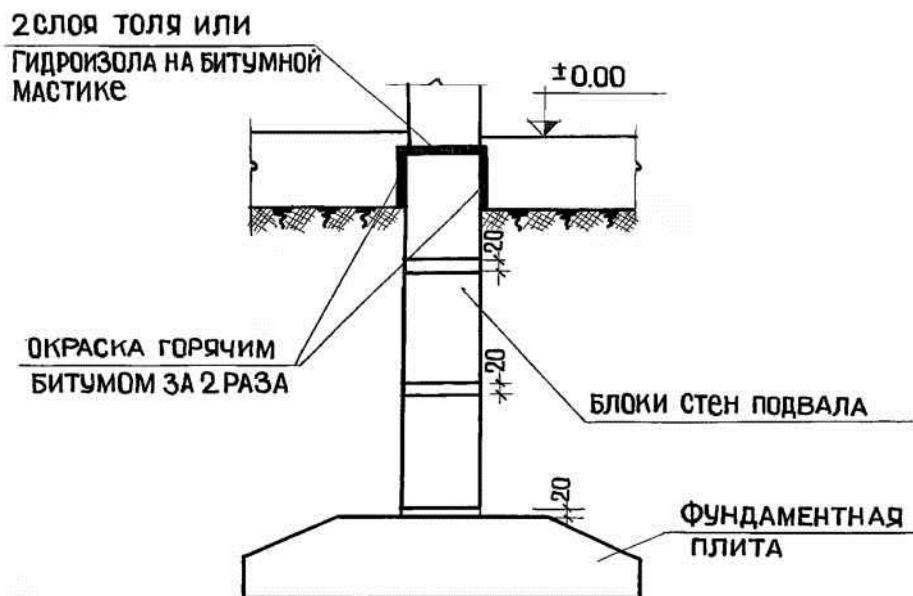
Фундамент под внутреннюю стену в здании с подвалом

(глубина заложения фундамента должна быть не менее 500 мм от пола подвала)



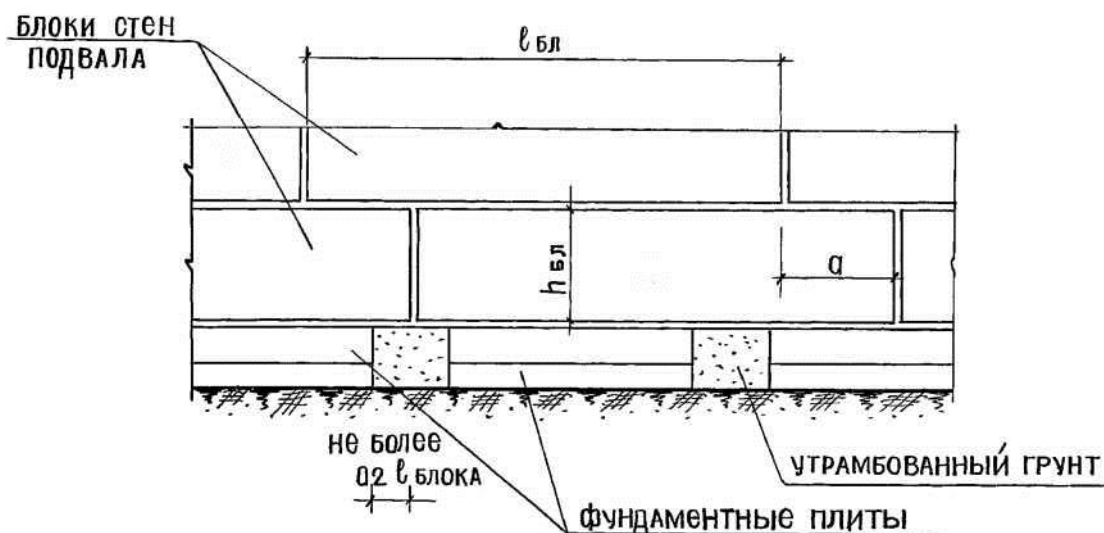
Фундамент под внутреннюю стену в здании без подвала

(в нашем случае - при полах по цокольному перекрытию - обмазка битумом может не выполняться)



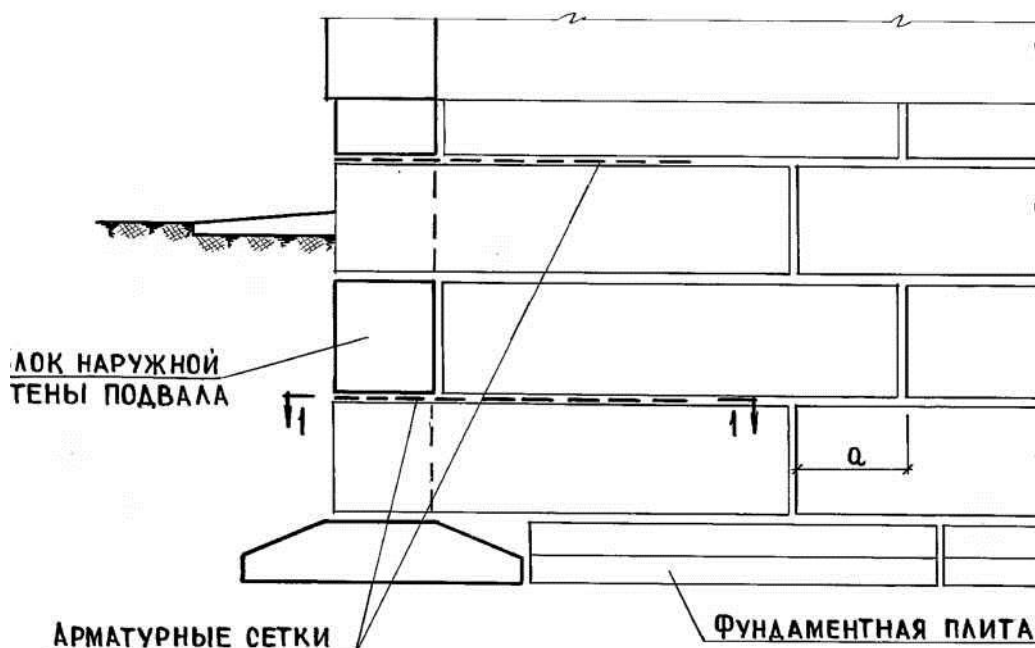
При необходимости подушки могут укладываться с промежутками, заполняемыми уплотненным грунтом. Строго говоря, в этом случае несущая способность такого **прерывистого фундамента** должна проверяться расчетом. Однако в малонагруженных фундаментах и при нормальных грунтах ориентировочно (без расчета) можно оставлять промежутки шириной до 0,2 длины опирающегося на подушки блока. Однако в любом случае свес блока в такой промежуток не может превышать 0,2 длины блока.

Укладываемые на подушки блоки должны пересекать - "перевязывать" - швы между подушками. Для определения глубины опирания блока на подушку "а" будем (при отсутствии подробных характеристик грунта) считать грунты среднесжимаемыми и принимать $a=400-500$ мм.



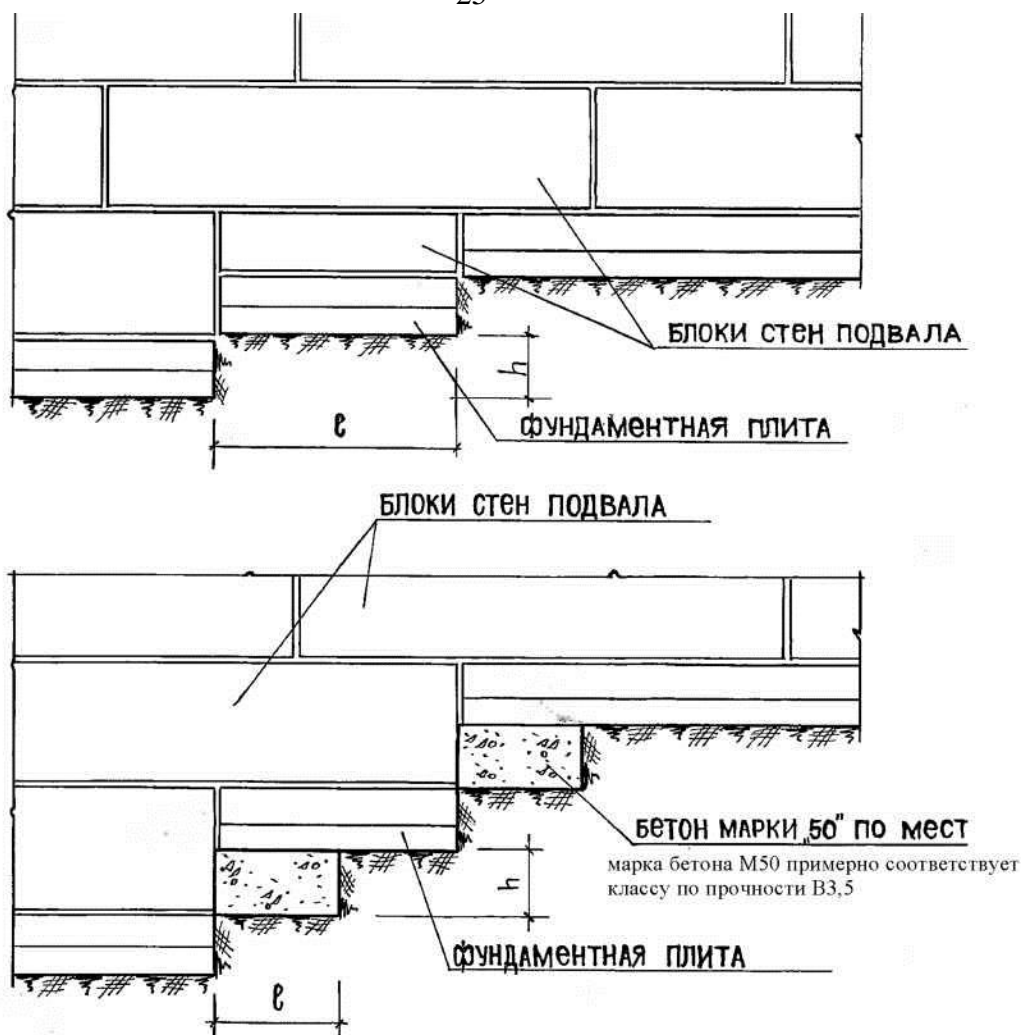
ГЛУБИНА ПЕРЕВЯЗКИ ШВА "а"

	а
ПРИ МАЛОСЖИМАЕМЫХ ГРУНТАХ	не менее 0,4 h блока
ПРИ СИЛЬНОСЖИМАЕМЫХ ГРУНТАХ	не менее h блока



Обратите внимание, как на последнем предыдущем рисунке уложен нижний угловой фундаментный блок! Он полностью пересек перпендикулярную ему стену фундамента. Так нужно поступать на всех пересечениях наружных и внутренних стен. Собственно раскладку блоков следует начинать именно с этих мест, а потом уже укладывать блоки имеющейся номенклатуры в промежутки между пересечениями. Если при этом остаются участки, в которые нельзя вставить блок, то они замоноличиваются.

При необходимости перехода от одной глубины заложения фундамента к другой это выполняется уступами. Например, переходя от глубины заложения фундаментов вокруг подвала к фундаментам остальной части здания, где глубина заложения меньше, нужно определить разность глубин заложения, а затем количество и геометрические размеры уступов. Максимальные соотношения размеров уступов показаны на следующем рисунке. Высоту уступа "h" можно (для наших условных грунтов) принимать до 600 мм. Такие же уступы устраиваются и при монолитных фундаментах.



отношение высоты уступа h
к его длине e

	h/e
при песчаных грунтах	не более $1/3$
при связных грунтах	не более $1/2$

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. МОНТАЖ ФУНДАМЕНТНЫХ ПЛИТ НАЧИНАТЬ С БОЛЕЕ ГЛУБОКОЙ ЧАСТИ ФУНДАМЕНТА.
2. ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ НА ЧЕРТЕЖЕ УСЛОВНО НЕ ПОКАЗАНА

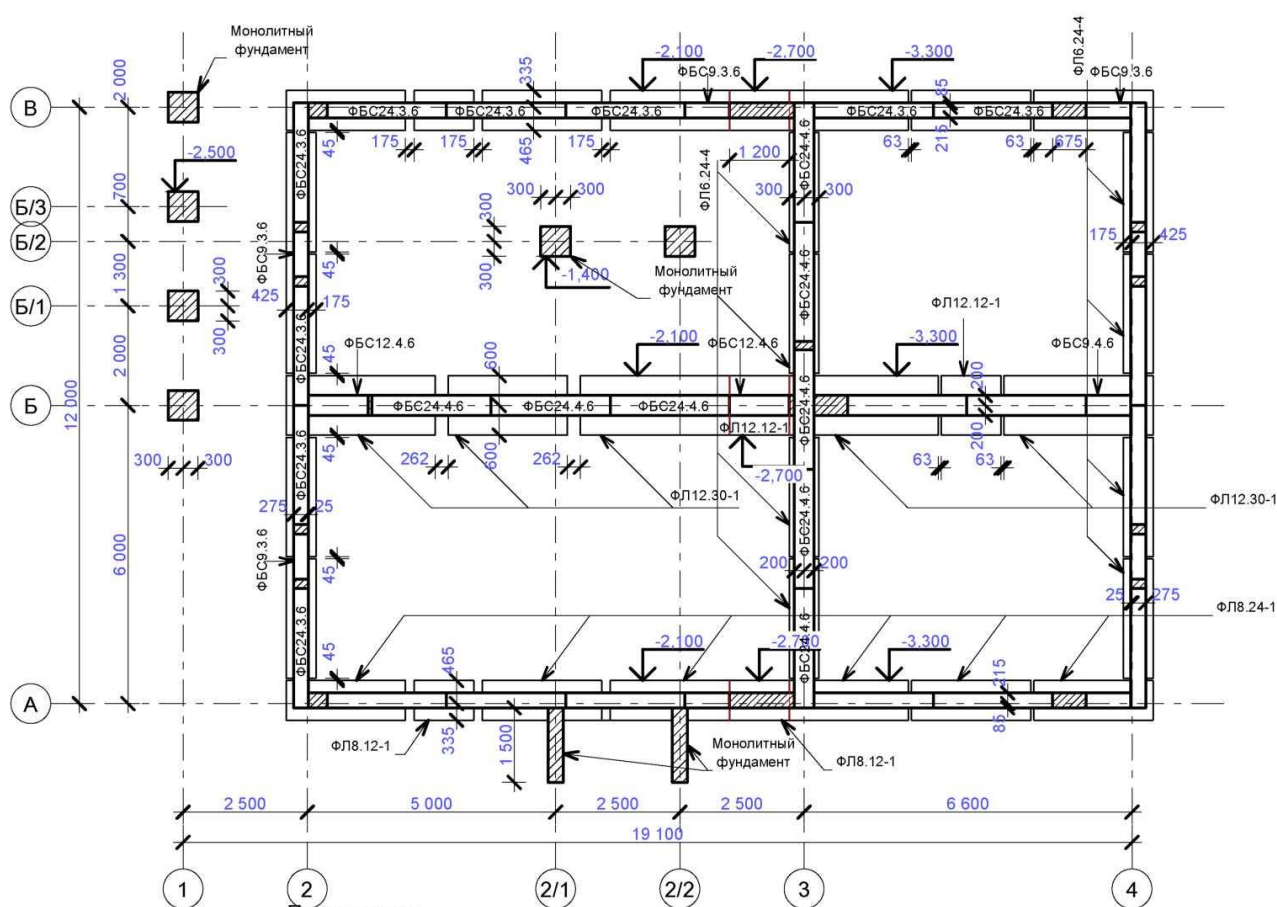
Разрабатывая план фундаментов вы должны:

- **Определить глубины заложения фундаментов** для разных мест здания: у подвала, под неотапливаемым гаражом, под внутренние стены и т.п. Если разница в каких-то случаях оказывается незначительной, то следует назначить глубину заложения наибольшей из сравниваемых.
- Определиться с привязкой стен фундамента, т.к. она будет немного отличаться от привязки стен надземной части, принятой у вас на планах этажей: толщина кирпичных стен и фундаментных блоков/монолитного фундамента отличается у вас на 20 или 50 мм.
- Вычертить сетку координационных осей, принятую на планах этажей.
- **Вычертить контур фундаментов** (стены и уширенной плитной части) с учетом привязки к осям.

- **Не забыть - если есть** - фундаменты под столбы около лестниц, фундаменты под террасы/веранды, крыльцо и пр.
- Для сборных фундаментов показать раскладку фундаментных подушек и нижнего ряда фундаментных блоков. При раскладке нужно учитывать указанную номенклатуру сборных элементов, перевязку швов. В соответствующих случаях не забыть о переходах на разные глубины заложения, подобрав раскладку под такие переходы. В реальных проектах разрабатываются "развертки" стен фундаментов по всем осям, но при учебном проектировании мы этого не делаем.
- **Проставить марки** сборных элементов.
- **Указать размеры в осях и величины привязок** фундаментов по всем осям. Для монолитных фундаментов указать ширину их элементов. Не забыть привязать фундаменты под столбы и пр. (если есть).
- **Указать отметку низа** фундаментов для всех участков, где она разная. Не забудьте, что отметка отсчитывается от уровня пола первого этажа, а глубина заложения - от уровня земли. Так что $\text{отм. низа} = \text{глубина заложения} + \text{отм. ур.з.}$
- Написать название чертежа: план монолитных фундаментов или схема расположения элементов сборного фундамента.

Примеры оформления планов фундаментов приведены ниже.

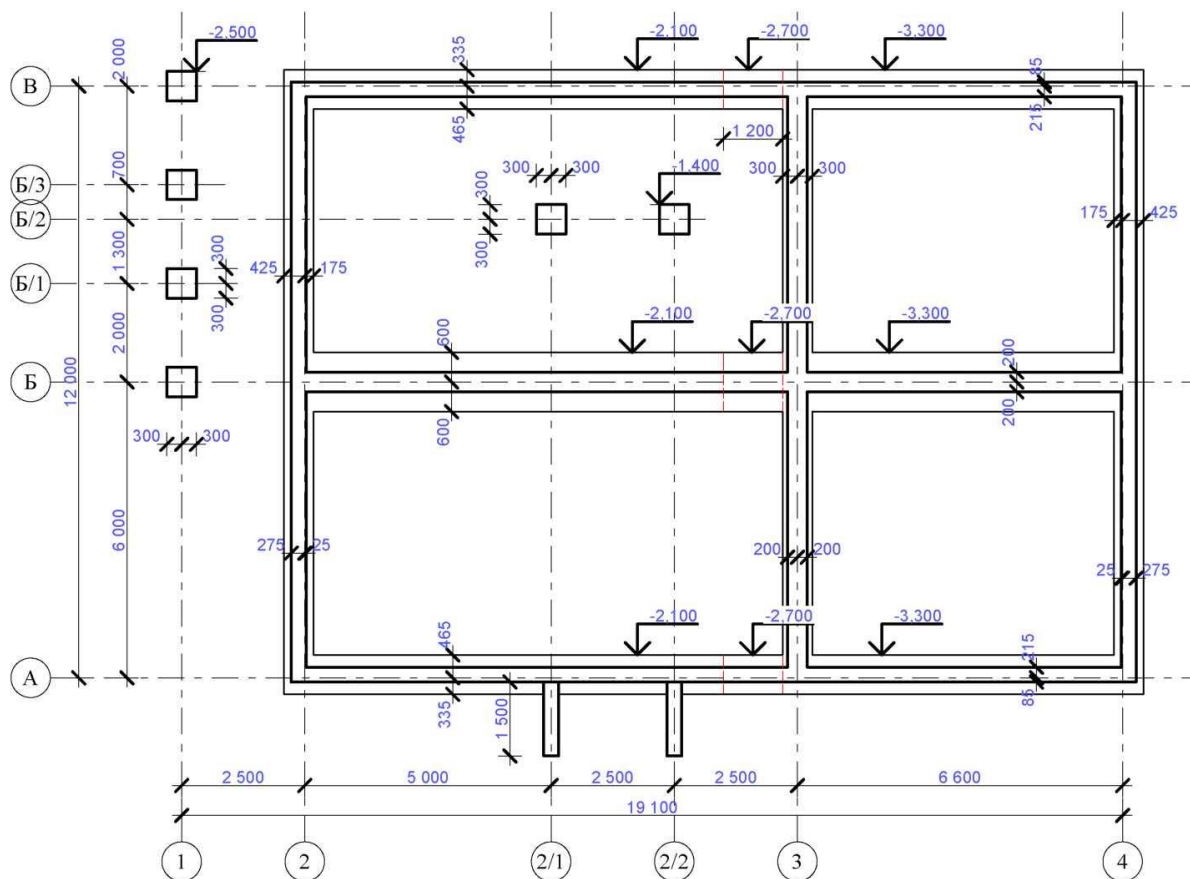
Схема расположения элементов сборного фундамента



Примечания:

1. Раскладки элементов по осям А и В, 2 и 4 попарно одинаковы.
2. Монолитные участки между блоками и монолитные фундаменты выполнять из бетона класса В12,5 марки по морозостойкости F100.
3. Промежутки между фундаментными плитами заполнить уплотненным грунтом.
4. Фундаментные плиты укладывать на выровненную поверхность песчаного основания или на уплотненную песчаную подсыпку толщиной 50 мм.

План монолитного фундамента



Примечания.

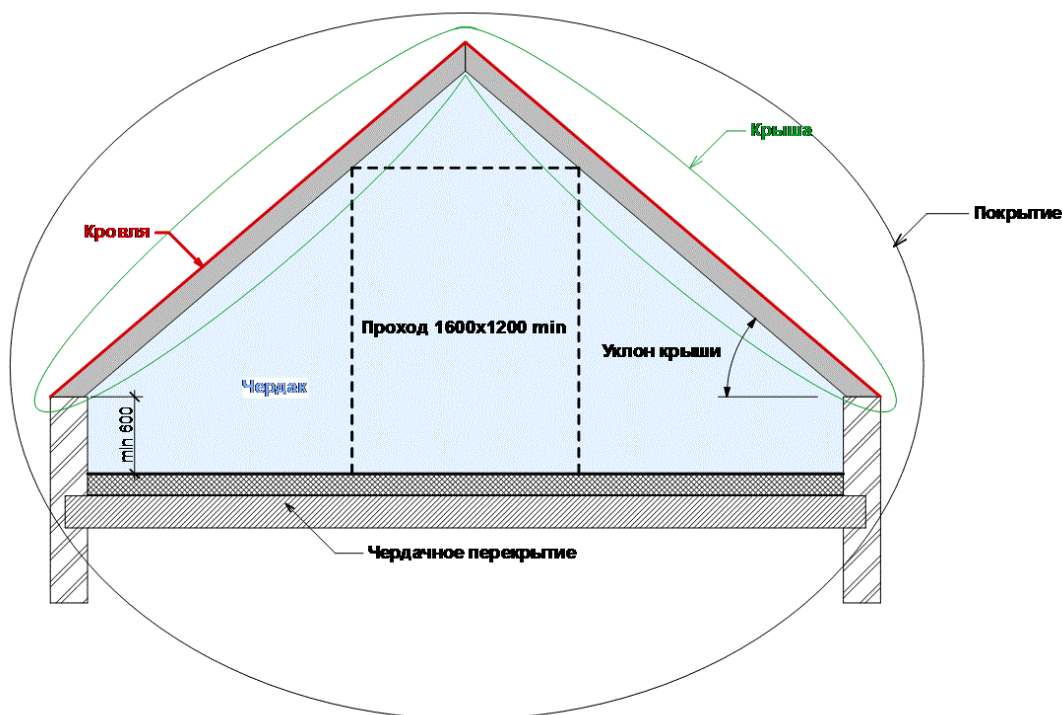
1. Монолитные фундаменты выполнять из бетона класса В12,5 марки по морозостойкости F100.
2. Фундаменты бетонировать по выровненному грунту.

Тема 7. Основные требования к чердакам. Виды скатных крыш. Разработка и оформление плана кровли

Покрытие - совокупность конструктивных элементов, завершающих здание сверху и защищающих его от внешней среды (атмосферных осадков, пониженных и повышенных температур).

Покрытия бывают чердачные (с холодным или теплым чердаком) и бесчердачные. Покрытия бывают плоские¹ (или малоуклонные, с уклоном не более 2,5 % - 1,4 °) и скатные.

В малоэтажных зданиях очень часто используются скатные покрытия с холодным чердаком, которые мы сейчас и рассмотрим².



Чердачное покрытие с холодным чердаком состоит из **утепленного чердачного перекрытия и крыши**. Между ними располагается **пространство чердака**. Для обеспечения работы пожарных подразделений на чердаках вдоль всего здания **должен иметься проход** высотой не менее 1,6 м и шириной не менее 1,2 м. На отдельных участках протяженностью не более 2 м допускается уменьшать высоту прохода до 1,2 м, а ширину – до 0,9 м.

Для обеспечения доступа к узлу стыка крыши со стенами, а также из некоторых конструктивных соображений, она поднимается над чердачным перекрытием на высоту не менее 600 мм (в больших зданиях – не менее 1200 мм).

Верхний слой крыши, являющийся, по сути, гидроизоляцией, защищающей здание от атмосферных осадков, называется **кровлей**.

Названия элементов скатной крыши приведены на рисунке. Найдите здесь: 6 скатов, 1 вальму, 3 конька, 7 ребер, 4 хребта, 2 ендовы, 6 карнизов, 8 свесов, 2 щипца, учитывая приведенные ниже определения.

Карниз (карнизный свес) – выступ крыши от стены, защищающий ее от стекающей дождевой или талой воды.

¹ Термины плоское и малоуклонное покрытие идентичны. Покрытие имеет уклон для удаления воды практически всегда.

² Особенности устройства мансардных крыш будут рассмотрены отдельно.

³ Требование СП 4.13130.2013 «Ограничение распространения пожара на объектах защиты». Очевидно, этот допуск позволяет принимать указанные размеры прохода «до обрешетки».

Ендова (разжелобок) – место пересечения сходящихся скатов покрытия, по которому стекает вода.

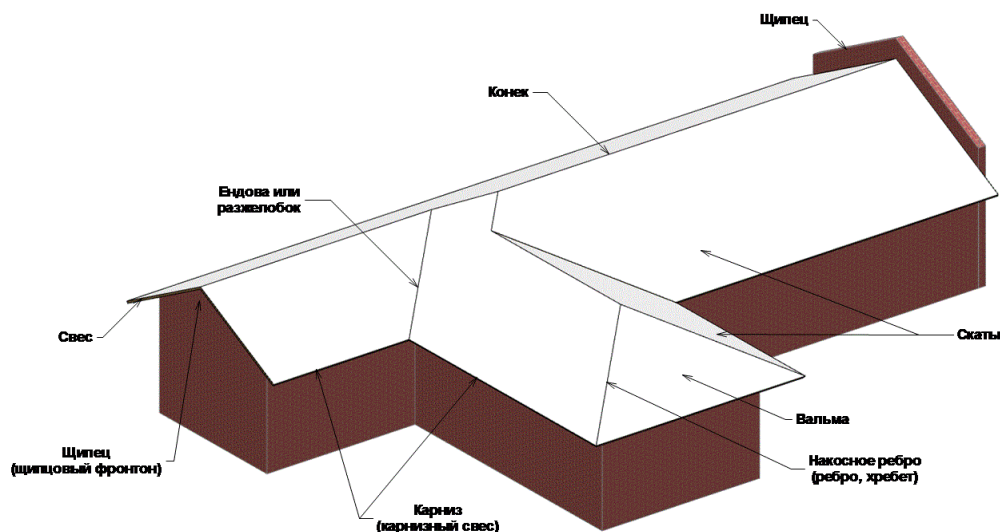
Конек – верхнее горизонтальное ребро крыши, образующее водораздел.

Хребет – ребро крыши, образованное расходящимися скатами.

Фронтон – завершение фасада здания, ограниченное двумя скатами крыши по бокам и карнизом у основания.

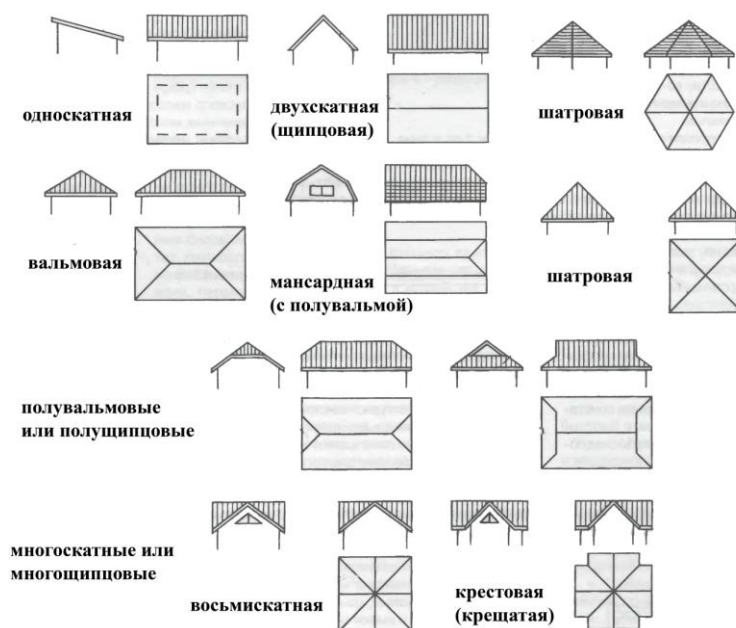
Щипец - двускатный верх стены, переходящий без выступов в ее основную плоскость.

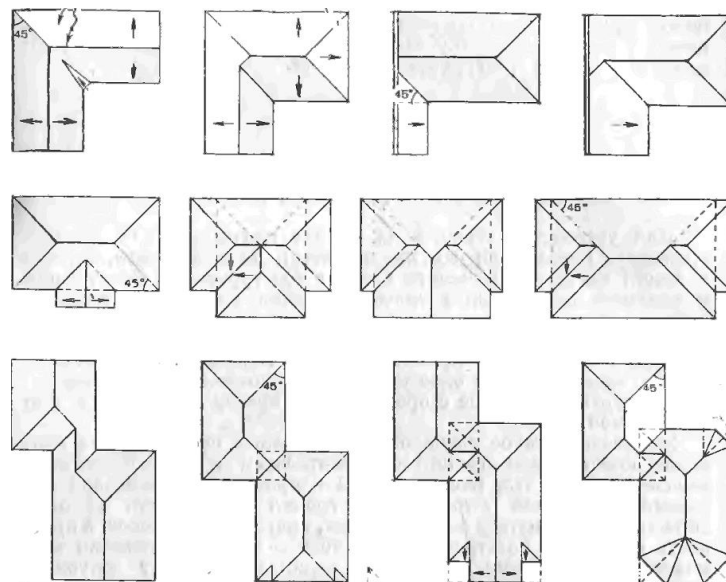
Вальма – треугольный скат от конька крыши до карниза в торце здания.



Виды скатных крыш

Форма крыши зависит от формы здания в плане, архитектурного замысла и применяемого кровельного материала. Некоторые формы и способы построения скатных крыш представлены на рисунках ниже.





Уклон крыши принимается, прежде всего, в зависимости от применяемого кровельного материала. На уклон могут также оказывать влияние архитектурно-планировочные соображения (внешний вид здания, устройство мансарды...), вопросы удаления снега с крыши. Уклон измеряется в градусах, процентах или представляется в виде десятичной или простой дроби.

Уклоны в процентах (%) и градусах (°) для некоторых кровельных материалов указаны в таблице.

Материал кровли	Минимальный уклон		Предпочтительный уклон, не менее		Максимальный уклон (ориентировочно)		Примечание
	%	°	%	°	%	°	
Асбестоцементные волнистые листы	10	6	36	20	50 (100)	27(45)	При уклоне кровли до 20 % должна быть предусмотрена герметизация продольных и поперечных стыков между листами
Металлочерепица, металлический профилированный лист			20	12	-	-	
Керамическая черепица: волновая с 1-2 желобками плоская	20	12	40 47 58	22 25 30	200	63	
Листовая сталь или медь	10	6	40	22	-	-	При уклоне до 40 % (22 °) должна быть предусмотрена герметизация фальцев

Примечание: в скобках указаны уклоны для листов усиленного профиля.

Как правило, уклон всех скатов крыши принимается одинаковым.

Водосток с покрытия может решаться как неорганизованный (с карниза – на землю) или организованный: наружный, через водосточные трубы, расположенные на фасаде, или внутренний, через водосточные воронки и стояки ливневой канализации.

Устройства водостока со скатной кровли для зданий высотой не более двух этажей¹ (но не выше 8 м от уровня земли до карниза) допускается неорганизованным при обязатель-

¹ Для зданий до пяти этажей включительно должен быть предусмотрен организованный, в том числе наружный водосток; шесть и более этажей - внутренний водосток.

ном устройстве козырьков над входами и балконами второго этажа, вынос карниза при этом должен быть не менее 0,6 м. Вынос свеса за плоскость стены (если водостока с него нет) может приниматься меньше (300-400 мм).

На перепадах высот кровли более 1,5 м неорганизованный сброс воды на нижележащий уровень не допускается.

При определении формы крыши следует избегать появления мест, откуда водосток затруднен, где могут образовываться снеговые мешки.

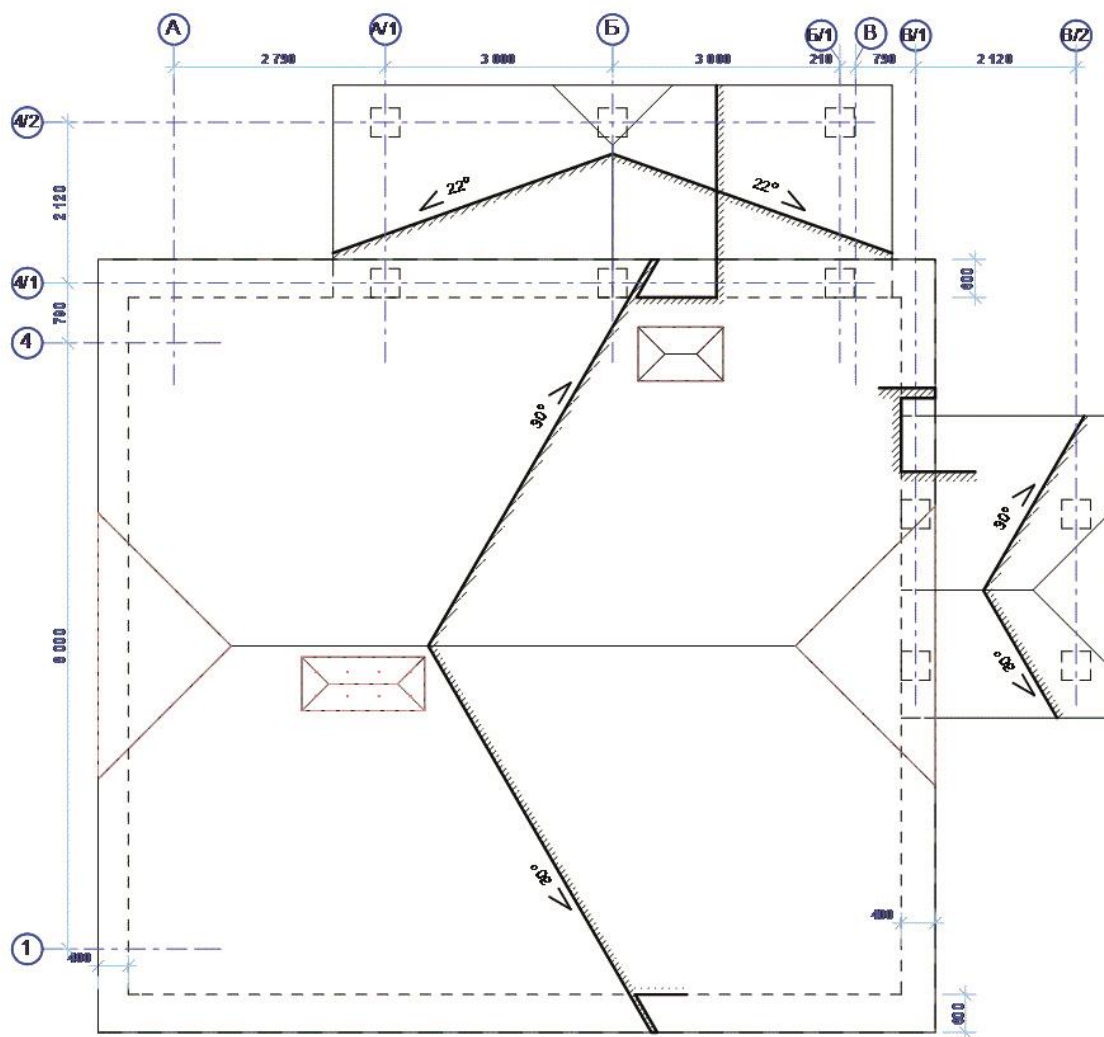
Холодный чердак должен проветриваться. Вентиляция предохраняет его летом – от перегрева, а зимой – от образования инея и конденсата из переувлажнённого воздуха. Для проветривания могут применяться слуховые окна, размещенные так, чтобы обеспечить сквозное проветривание. Низ слухового окна располагают на 1-1,2 м выше чердачного перекрытия.

Проветривание также может быть организовано через продухи равномерно расположенные по периметру наружных стен. Общая площадь продухов принимается не менее 1/400 площади чердака. Один продух должен иметь площадь не менее 0,05 м². При кровлях из волнистых листов, гофрированных профилей, металлических листов и металлической фальцевой черепицы, штучных материалов (черепицы, плитки) во избежание образования со стороны холодного чердака конденсата на внутренней поверхности кровель естественная вентиляция чердака может быть обеспечена через отверстия в кровле (коньки, ребра, карнизы, вытяжные патрубки и т. п.), суммарная площадь которых принимается не менее 1/300 площади горизонтальной проекции кровли.

Выполнение плана кровли

1. Вычертите только характерные координационные оси здания, влияющие на форму и размеры крыши.
2. Нанесите штриховой (невидимой) линией наружный контур наружных стен с учетом их полной толщины и привязки к осям, покажите контур внешних опор (столбов под веранду или террасу, например).
3. Постройте форму скатной крыши, учитывая необходимые величины свесов. Контур показывается сплошной линией средней толщины.
4. Покажите положение вентиляционных труб (вычерчивается их покрытие - крышки), слуховых окон (если они есть).
5. Вычертите профили кровли в характерных местах, в том числе в перепадах высот. Укажите на профилях величины уклонов.
6. Проставьте размеры свесов, размеры между осями и в крайних осях.

Пример оформления плана кровли приведен ниже.



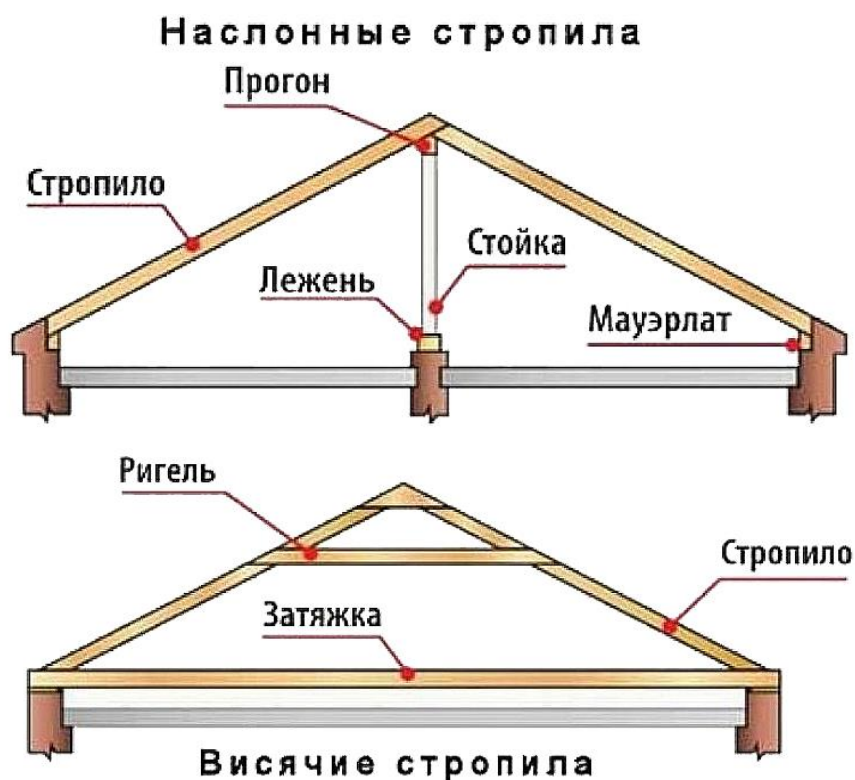
Тема 8. Системы деревянных стропил. Характерные узлы. Разработка и оформление схемы раскладки элементов стропил

Несущую функцию скатной крыши в малоэтажных зданиях обычно выполняет стропильная система. Она служит опорой для элементов кровли¹, воспринимает и передает на вертикальные несущие конструкции здания снеговые и действующие на крышу ветровые нагрузки. В одноквартирных жилых домах, как правило, применяют стропильные системы из дерева: брусьев или бревен².

Стропильные системы скатных крыш весьма разнообразны. Выбор стропильной системы зависит от размеров здания и вариантов опирания стропильной системы на его несущие конструкции, то есть в значительной степени обуславливается конструктивной схемой здания. Дальнейшее изложение будем вести для зданий стеновой конструктивной системы, которая и используется в нашем проекте.

Выделяют два основных типа стропильных систем: наслонные и висячие.

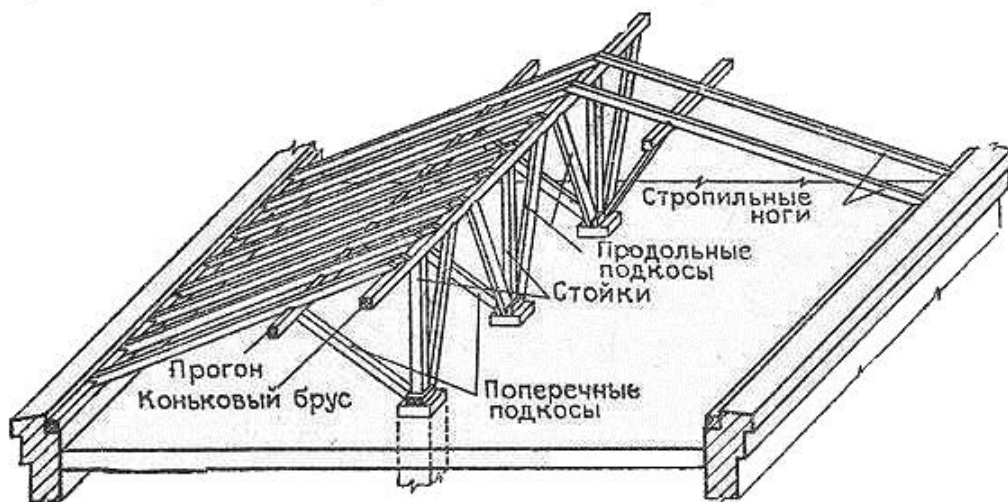
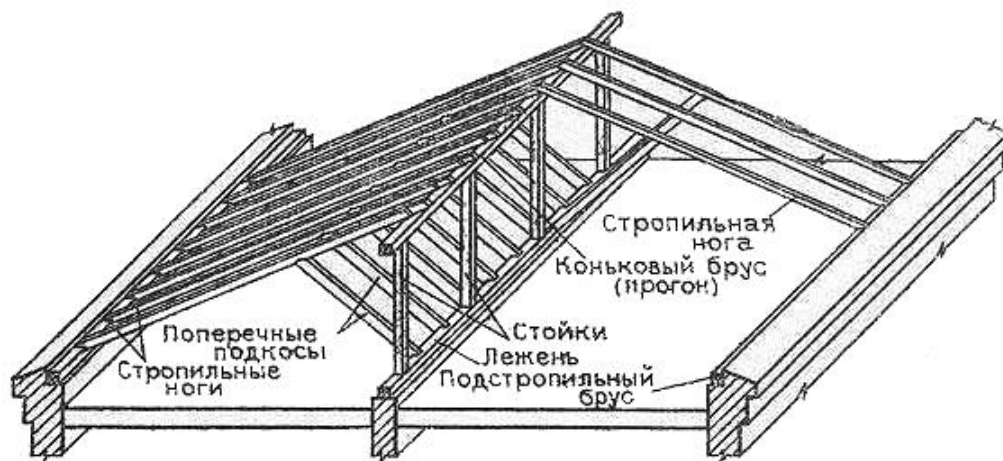
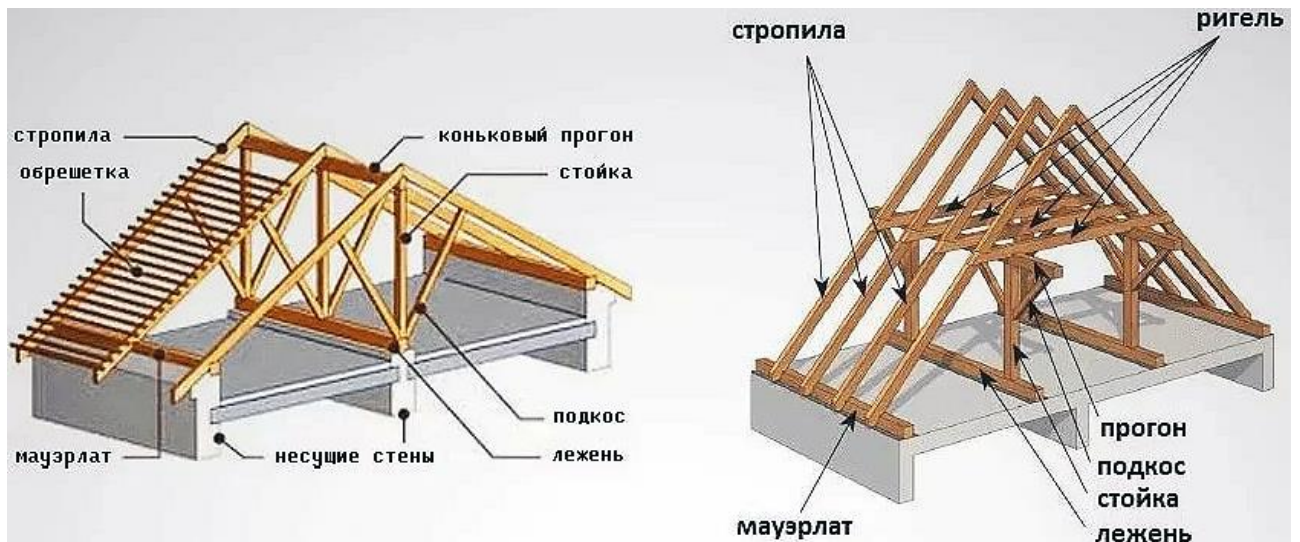
Наслонная стропильная система помимо опирания на наружные стены имеет промежуточные опоры на вертикальные несущие конструкции здания. Опирание возможно на продольные или поперечные внутренние стены или столбы. В отличие от наслонных, **висячие стропильные системы** не имеют промежуточных опор, опираясь только на наружные стены.



¹ Кровля - элемент крыши, предохраняющий здание от проникновения атмосферных осадков. Включает в себя водоизоляционный слой (ковер) из разных материалов, основание под водоизоляционный слой, аксессуары для обеспечения вентиляции, примыканий, безопасного перемещения и эксплуатации, снегозадержания и др.

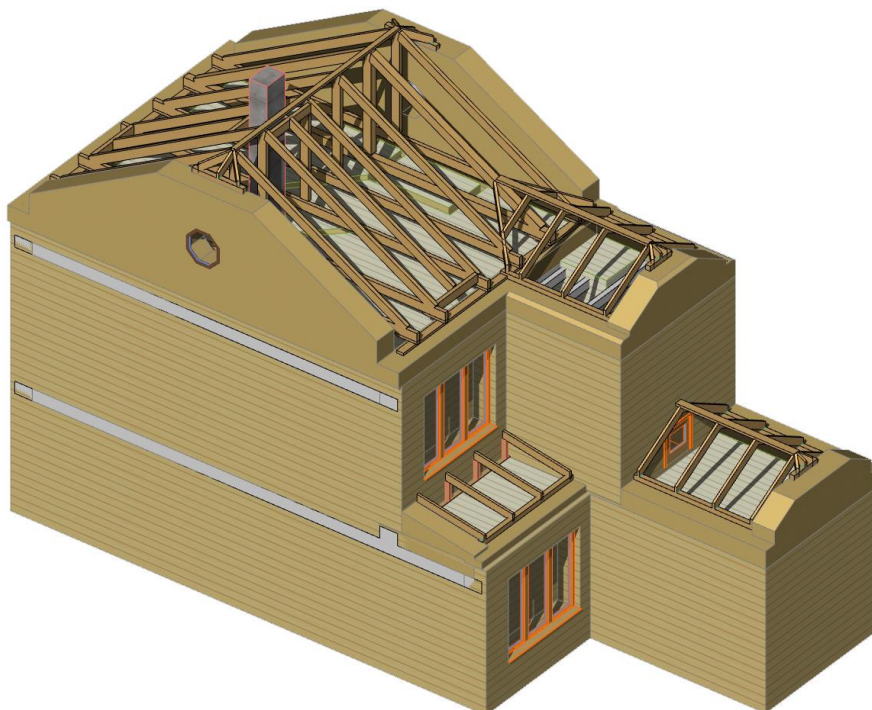
² Стропильные системы из бревен в настоящее время применяются редко, так как более трудоемки в исполнении.

Некоторые варианты опирания и названия элементов наслонных стропильных систем

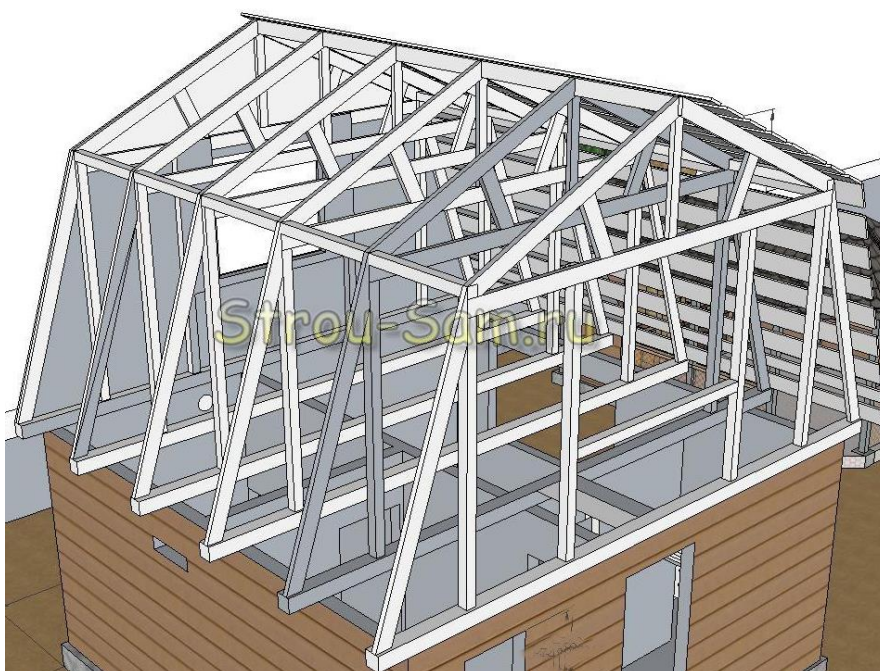


Некоторые варианты висячих стропильных систем

Под полувальмовую крышу



Под мансардную крышу



Сегодня элементы стропильных систем выполняются в основном из деревянного бруса. Сечения¹ элементов определяются расчетами на прочность и жесткость в зависимости от длины стропильных ног, угла их наклона и шага, а также веса кровли, снеговой и ветровой нагрузок. Характерным для центрального региона России являются следующие размеры сечений (разумеется, эти размеры даны здесь только ориентировочно, без привязки к конкретной ситуации):

¹ Сечения пиломатериалов приведены в ГОСТ 24454-80 Пиломатериалы хвойных пород. Размеры.

прогон: 50х150 ÷ 150х200;
 стропильная нога: 150х50, 175х60, 200х75 мм;
 накосная (диагональная) стропильная нога: 100х200 мм;
 стойка: 100х100; 150х150 мм;
 ригель: 100х50; 150х50;
 подкос: 100х50÷150х60;
 мауэрлат: 100х100; 150х150;
 лежень: 150х150; 200х150;
 бабка: 100х50; 100х100;
 нижняя затяжка: 100х50; 100х75;
 кобылка: 100х50.

Краткий анализ наслонных стропильных систем

Как уже говорилось, наслонная стропильная система характерна наличием **промежуточных опор**. Эти опоры, присутствующие в том или ином виде (стойки, система ферм, рам и т.д.), служат для крепления на них одного или нескольких продольных элементов (конькового бруса, прогонов), на которые в свою очередь опираются (наслоняются, отсюда – наслонные) стропильные ноги. Нижний конец стропильных ног упирается в мауэрлат.

Опоры наслонной стропильной системы могут ставиться на продольные внутренние несущие стены (обычно одну или две) или ряд (ряды) внутренних столбов, идущих вдоль здания, а также на поперечные стены. Вариантов здесь достаточно много, и все зависит от конструктивного решения остова конкретного здания. Размещение опор непосредственно на чердачном перекрытии не рекомендуется, так как продольные усилия в опорах могут достигать нескольких тонн, но возможно через распределительные элементы, например лежни¹. Возможна также комбинация разных способов опирания на различных участках здания.

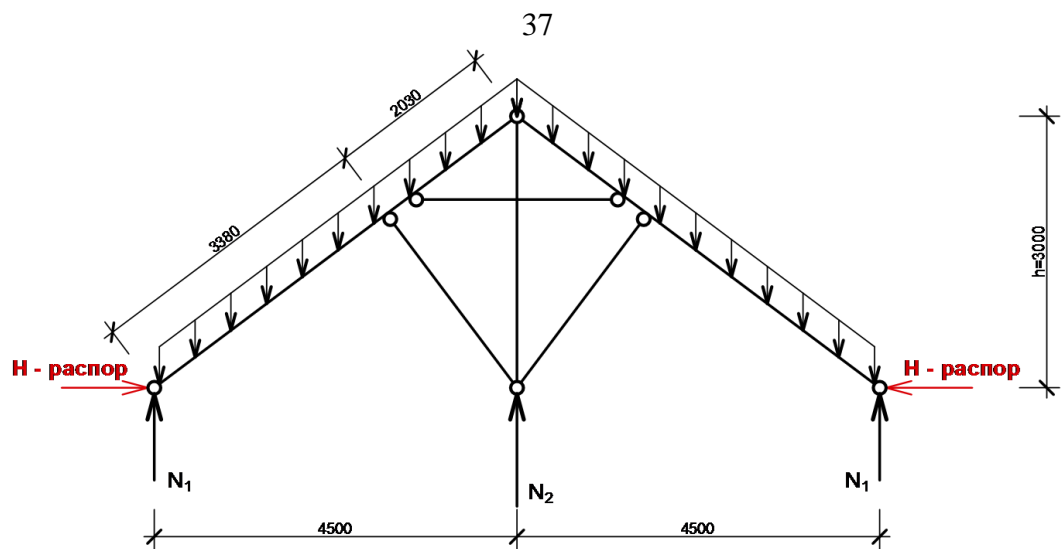
На рисунках ниже показаны несколько вариантов опорных частей наслонных стропильных систем.

Опорная часть должна обладать не только достаточной несущей способностью для восприятия нагрузок от веса стропил, кровли, снега, но и противостоять ветровым нагрузкам, быть устойчивой при неравномерном приложении нагрузок (например, если с одного ската крыши снег убран, а с другого – нет). Поэтому состав элементов опорной части в реальном проектировании определяется расчетом для конкретного здания. В частности, могут появиться поддерживающие коньковый прогон подкосы, ветровые связи и пр.

К стропилам, крепящимся на опорную часть стропильной системы, могут добавляться дополнительные элементы, облегчающие их работу. Это подкосы стропильных ног и ригели, наличие которых зависит, прежде всего, от ширины здания. Ниже приводится рисунок с вариантами наслонных стропильных систем для разных пролетов.

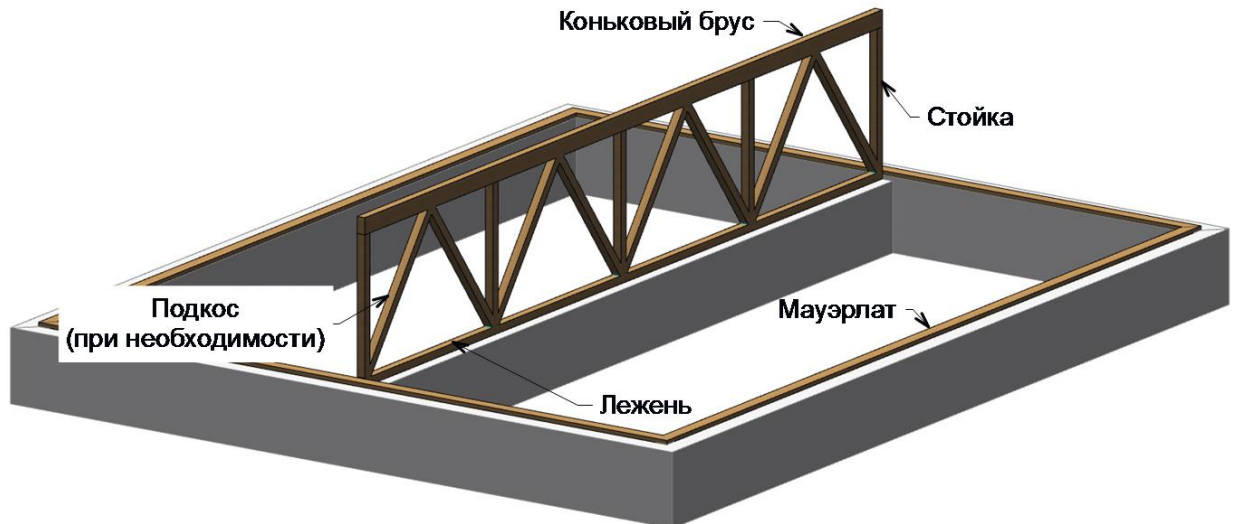
Нужно учитывать, что наслонная стропильная система является, как правило, распорной. Это означает, что опирающиеся на мауэрлат стропила создают горизонтальное усилие (распор – «Н») в узле опирания, которое пытается «раздвинуть» стены.

¹ Следует иметь в виду, что даже железобетонные многопустотные плиты перекрытий не рассчитаны на восприятие таких **сосредоточенных** нагрузок.

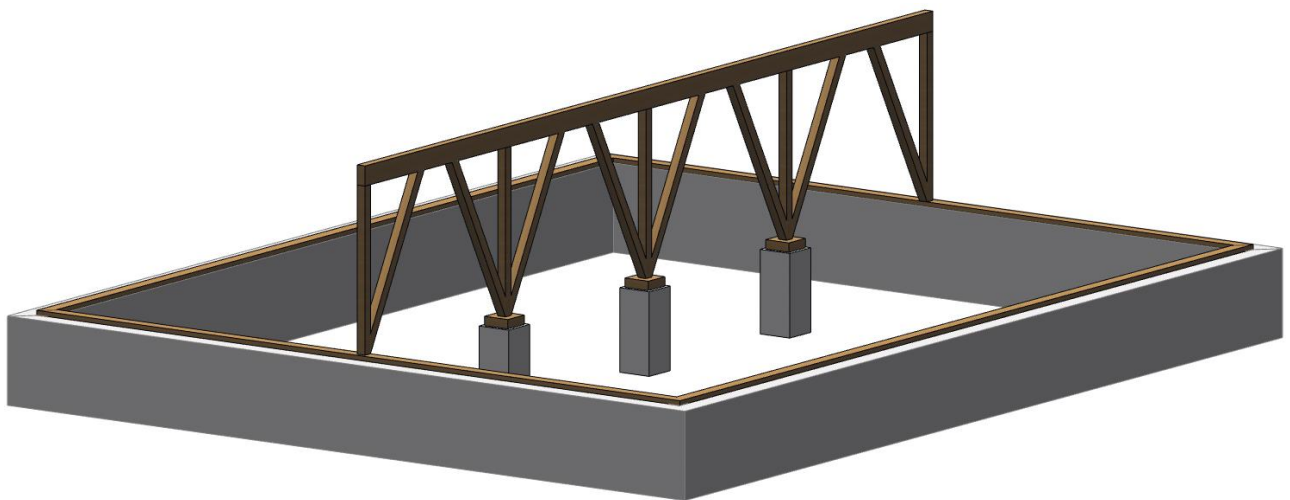


Реакции опор наклонной стропильной системы при равномерно распределенной нагрузке

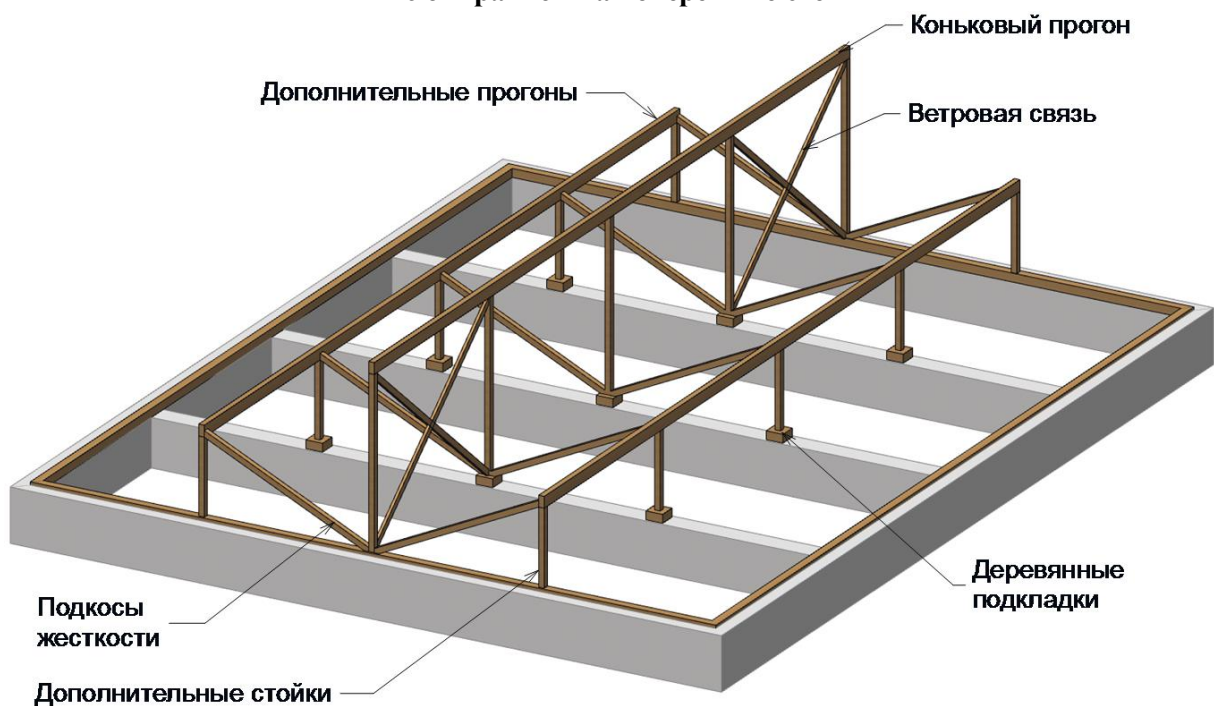
Вариант расположения опорной части наслонной стропильной системы для двухскатной крыши с опиранием на внутреннюю продольную стену



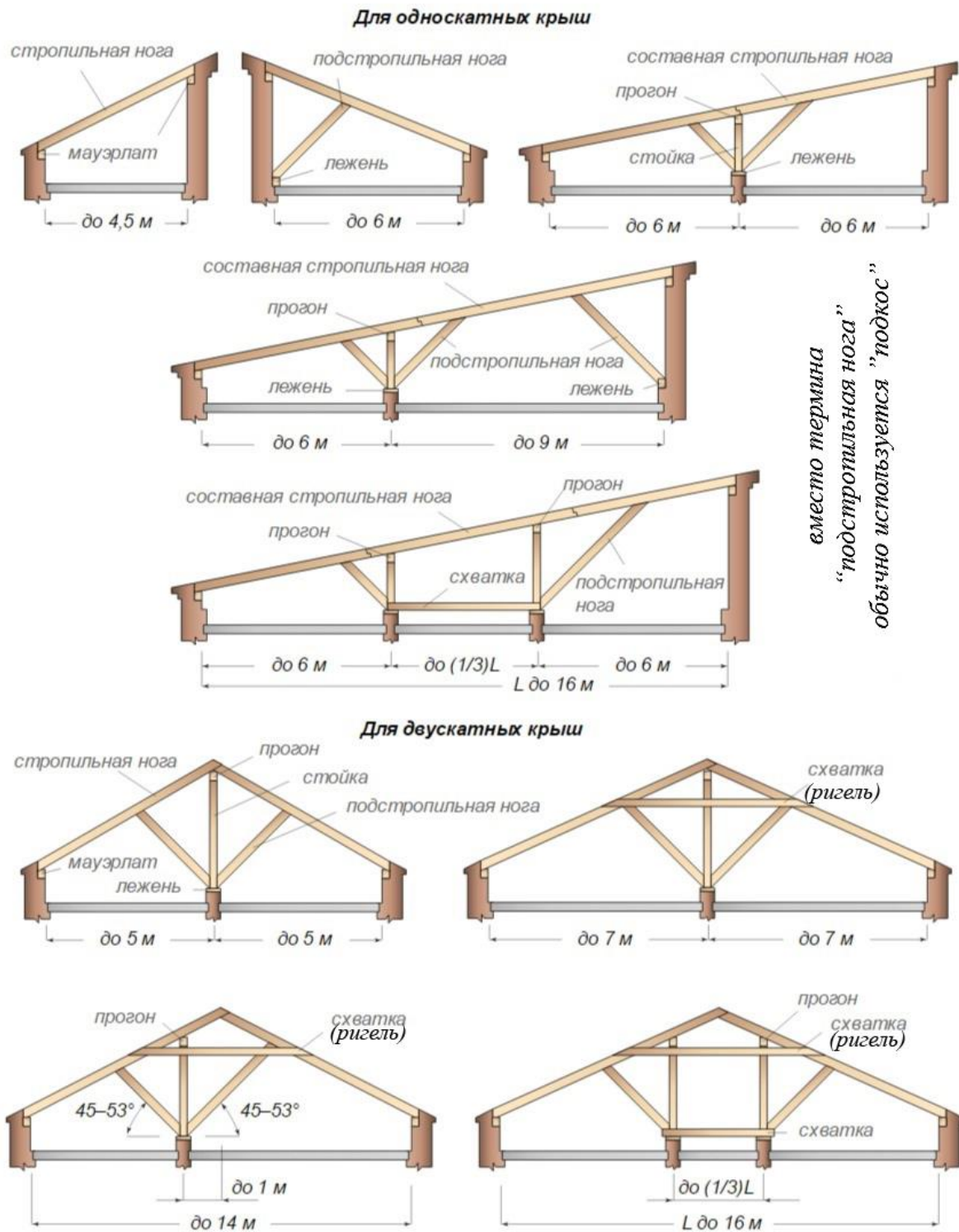
Вариант расположения опорной части наслонной стропильной системы для двухскатной крыши с опиранием на внутренние столбы



Вариант расположения опорной части наслонной стропильной системы для двухскатной крыши с опиранием на поперечные стены



Некоторые варианты наслонных стропильных систем для односкатной и двухскатной крыш при различной ширине здания



Наличие распора может оказаться «фатальным» для некоторых вариантов конструктивного исполнения наружных стен. Например, бревенчато- и брусчаторубленные стены, стены из газо- и пенобетонных блоков воспринимают распор плохо и требуют дополнительных мероприятий, обеспечивающих восприятие ими горизонтальных усилий: устройство «скользящего» узла опирания стропильных ног на мауэрлаты¹, устройство монолитного железобетонного пояса по верху легкобетонных стен или применение безраспорных вариантов висячих стропил.

Назначение подкосов (подстропильных ног) очевидно. Эти элементы уменьшают пролет стропильных ног и, тем самым, их прогиб и величину максимального изгибающего момента.

А вот мнение, что горизонтальный ригель уменьшает распор, является ошибочным. Этот элемент нужен при значительных для деревянных стропил пролетах и, прежде всего, для перераспределения усилий в стропильной системе при работе на неравномерную вертикальную и на горизонтальную нагрузку. Поэтому в наслонных стропильных системах называть ригель – затяжкой неправильно. Более того, введение ригеля может существенно увеличить распор, особенно при его неправильном расположении – ниже точек подхода подкосов к стропильным ногам.

Вообще, в зависимости от наличия в стропильной системе дополнительных элементов и их расположения, как опорные реакции, так и внутренние усилия в элементах могут существенно перераспределяться. Меняя положение ригеля по высоте, например, можно легко получить разницу в опорных реакциях N_1 и N_2 в 5-6 раз, изменить величину распора в 3-4 раза, нагрузку на коньковый прогон в 3 раза и т.д. Так что в конкретном случае требуется прочностной расчет, который мы, впрочем, в рамках курсового проекта компоновочного характера не выполняем.

В качестве информации к размышлению приведем результаты расчетов стропильной системы, показанной на схеме выше, на равномерно распределенную нагрузку на стропила 2,5 кН/м. Рассматривались различные варианты расположения ригеля со смещением его каждый раз вниз на 1/8 высоты h , а также системы без затяжки и без подкосов и затяжки. Элементы стропильной системы, которая является статически неопределимой, выполнены из соснового бруса 150х50 (стропила) и 100х50 (остальные). Рассмотрите таблицу, задумайтесь.

Поло- жение ригеля от конька	Опорные ре- акции, кН			Макс. усилия в стропильной ноге		Усилие в подкосе, кН	Усилие в ригеле, кН	Давление на коньковый прогон, кН	Макс. прогиб стропильной ноги, мм
	H	N ₁	N ₂	M, кНхм	N, кН				
Система с ригелем									
h/8	5,9	8,6	37	-6,3	-9,7	-22	+11	4,5	24
h/4	3,6	6,9	40	-6,7	-6,8	-26	+15	2,1	22
3/8h	8,8	11	33	-5,6	-1,3	-17	-4,5	7,6	27
1/2h	20	16	22	+1,6	-2,5	-4,7	-25	15	8,3
5/8h	17	13	27	+2,7	-2,2	-11	-17	11	2,4
3/4h	18	12	30	+3,6	-2,1	-14	-14	9,4	6,5
7/8h	22	11	32	-3,8	-2,4	-16	-17	8,1	12,6
Система без ригеля									
-	7,1	9,7	35	5,6	11	-19	-	6	26,5
Система без ригеля и подкосов									
-	6,9	18	18	23	16	-	-	18	357

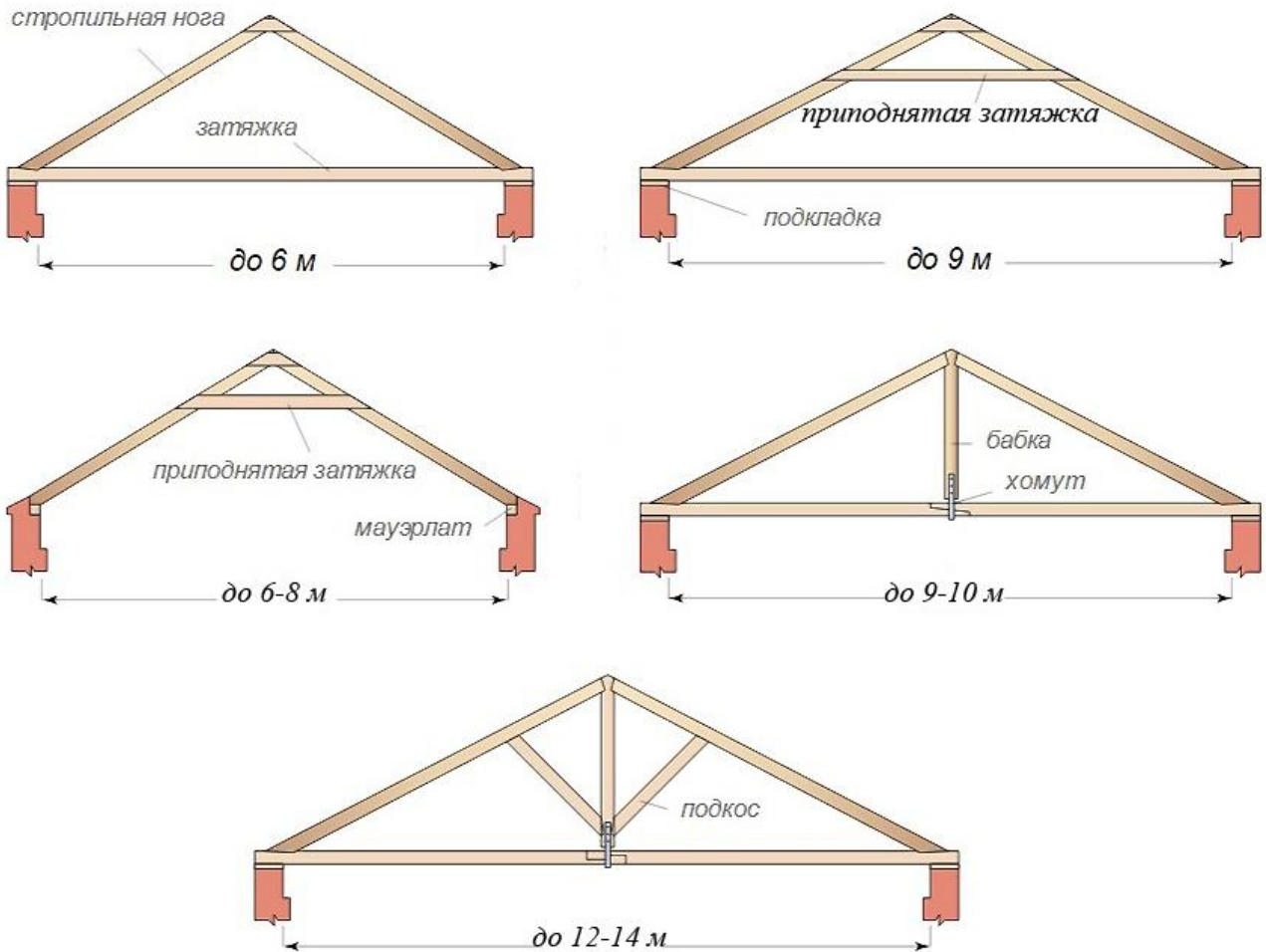
¹ Однако при «скользящем» узле опирания, в котором не возникает горизонтальная опорная реакция (распор) «по определению», уменьшается устойчивость опорной части стропильной системы, которая при этом не подкрепляется скользящими в нижнем узле стропилами.

Краткий анализ висячих стропильных систем

Висячие стропильные системы применяют, если отсутствуют доступные для размещения опорной части наслонных стропил вертикальные конструкции остова здания (стены, столбы, несущие прогоны...). В иных случаях следует использовать наслонные стропила, так как они проще при монтаже и дешевле, могут быть, как правило, смонтированы без применения грузоподъемных механизмов. Висячие же стропильные фермы обычно собираются на земле, после чего их требуется монтировать, поднимая на крышу.

Простейшими типами висячих стропил (см. рисунок ниже) перекрываются пролеты до 12-14 м¹.

Некоторые схемы висячих стропил для различных пролетов и названия их элементов



Висячие системы, имеющие нижнюю затяжку, являются безраспорными. То есть на стены не действуют горизонтальные усилия, пытающиеся их раздвинуть. Эти реакции гасятся нижней затяжкой. Ну а системы без неё, как и наслонные стропила, создают распор.

Введение в систему приподнятой затяжки несколько уменьшает изгибающий момент в стропильной ноге (однако увеличивает продольное усилие в ней), но затяжка оказывается сжатой, что при большой ее длине грозит потерей устойчивости. Та же самое касается и системы с двумя затяжками, но она, в отличие от предыдущей, является безраспорной.

Бабка используется только для поддержания нижней затяжки: чтобы та при большой длине не получила значительного прогиба. Ошибочно думать, что бабка поддерживает стропила. Таким образом, назначение бабки совершенно иное, нежели стойки в системе наслонных стропил. В бабке усилие растягивающее, в стойке – сжимающее.

¹ Конечно, деревянной фермой можно перекрыть пролеты и 15 и 20 м, можно и более. Вопрос заключается лишь в том, сколько такие фермы будут стоять и сколько времени займет их изготовление и монтаж.

Подкосы, как и приподнятая затяжка, облегчают работу стропильных ног. Подкосы опираются на нижнюю часть бабки, резко увеличивая в ней растягивающее усилие. Здесь важно принять правильный угол подхода подкосов к стропилам, так как слишком высокий подход подкосов создает значительное усилие в бабке, а низкий – увеличивает продольное сжимающее усилие в стропильной ноге. В обоих случаях получается увеличенное сжимающее усилие в подкосах, а уменьшение изгибающего момента в стропильной ноге оказывается не столь значительным, как при подходе подкосов ближе к середине стропильной ноги.

В качестве иллюстрации к сказанному приведем таблицу основных результатов расчетов висячих стропильных систем, показанных на рисунке ниже. Фермы пролетом 10 м и высотой 3 м рассчитывались на равномерно распределенную нагрузку на стропила 2 кН/м с учетом собственного веса элементов ферм. Все элементы выполнены из соснового бруса сечением $175 \times 75 \text{ мм}$. Для схем 2 и 3 варьировалось положение приподнятой или верхней затяжки по высоте. Стропильная нога разбита на 6 частей через $1/6$ высоты фермы. Первое положение затяжки – верхнее, шестое соответствует нижней затяжке. В схеме 5 изменялась точка подхода подкосов в соответствии с тем же разбиением стропильной ноги.

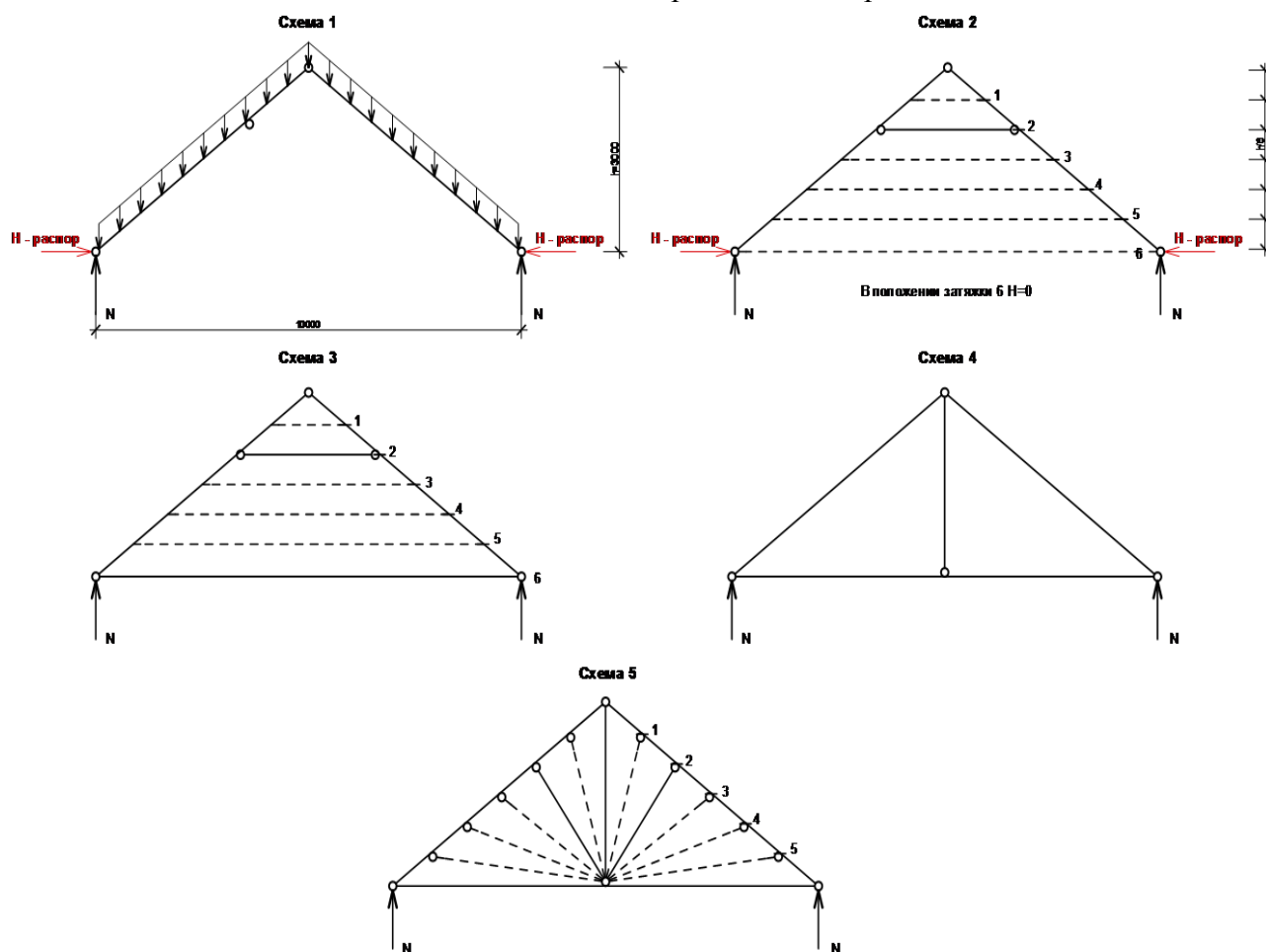
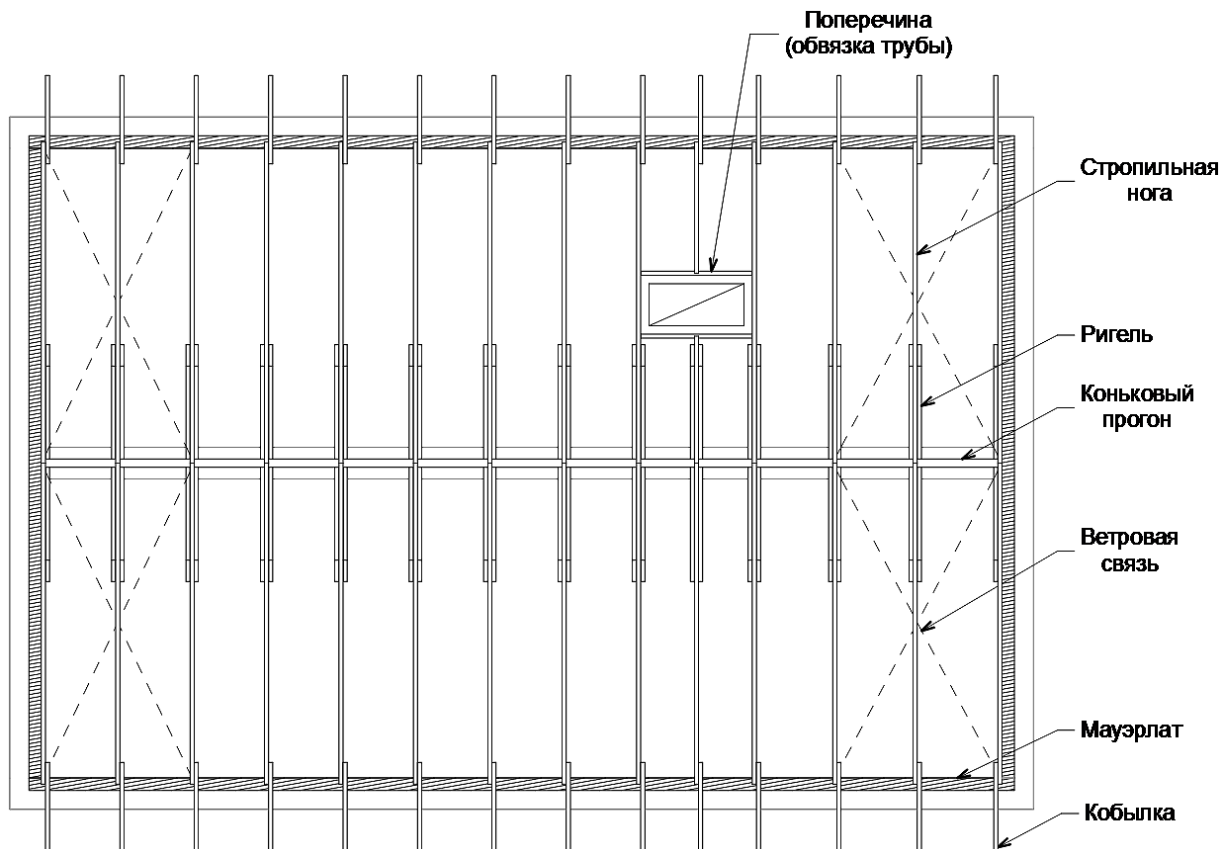


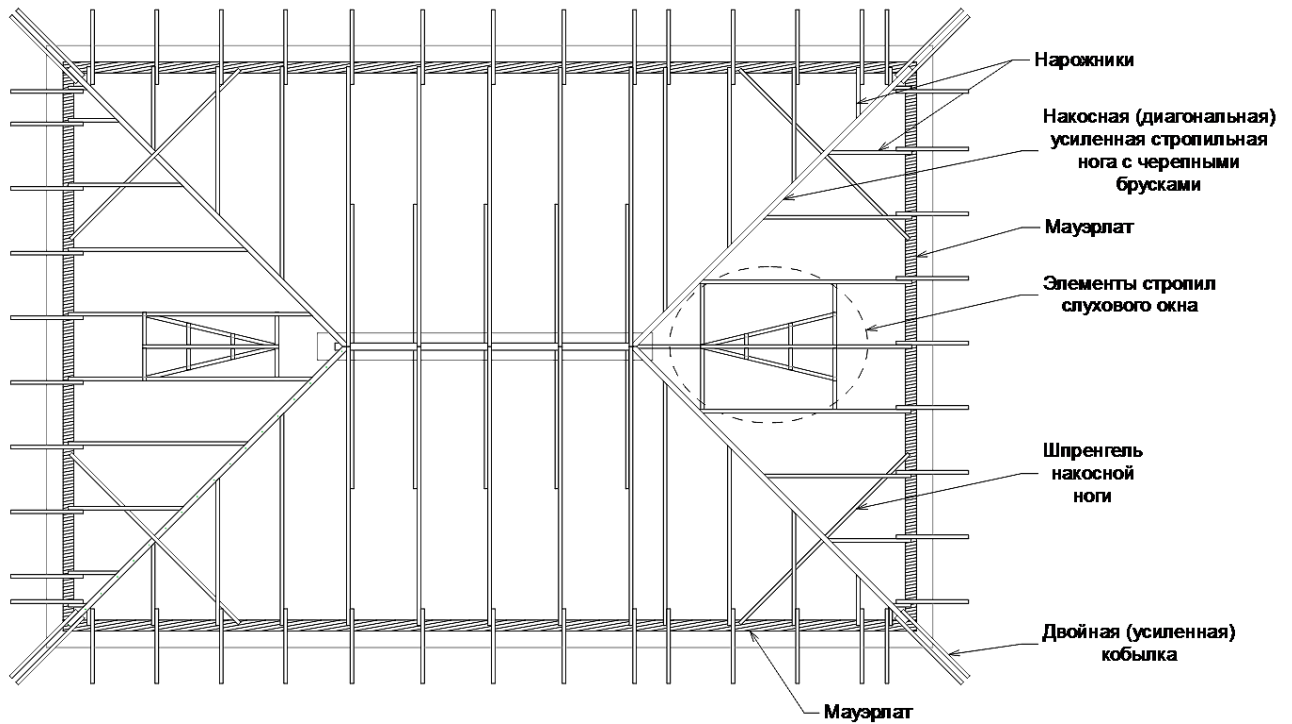
Схема	Вариант	Реакции опор, кН		Максимальные усилия в стропильной ноге		Продольные усилия, кН + - растяжение, - - сжатие				Максимальный прогиб*, мм		
		H	N	N, кН	M, кНм	Затяжка 1	Затяжка 2	Бабка	Подкос	Строп. ноги	В коньке	В затяжке 1
1	-	10	12,1	-14,8	7,5	-	-	-	-	80	1	-
2	1	13,5	12,1	-17,8	-3,3	-20,5	-	-	-	20	1	1
	2	14,8	12,2	-19	-2,4	-13,9	-	-	-	10	1	2
	3	16,6	12,2	-20,5	-1,8	-12,7	-	-	-	3	1	3
	4	19,5	12,3	-23,1	-2,4	-14	-	-	-	10	1	6
	5	27,1	12,3	-29,6	-4,1	-20,3	-	-	-	22	1	14
	6	0	12,4	-14,8	7,5	10	-	-	-	81	2	27
3	1	0	12,5	-17,8	-4,3	13,5	-20,4	-	-	21	2	27
	2	0	12,5	-18,9	-2,4	14,8	-13,8	-	-	10	2	27
	3	0	12,6	-20,4	-1,7	16,5	-12,6	-	-	5	2	27
	4	0	12,6	-22,9	-2,3	19,4	-13,8	-	-	12	2	27
	5	0	12,7	-29	-3,8	26,4	-19,5	-	-	25	3	27
4	-	0	12,5	-15,4	7,5	10,6	-	0,6	-	81	2	2
5	1	0	12,7	-18,6	-4,2	14,2	-	21	-11	22	2	3
	2	0	12,7	-19,6	-2,4	15,4	-	11,8	-7,2	10	2	3
	3	0	12,7	-21,1	-1,7	17	-	8,3	-7,3	5	2	3
	4	0	12,7	-23,5	-2,3	20	-	6,3	-9,5	12	3	3
	5	0	12,8	-29,6	-3,8	27	-	4,7	-16,3	25	3	3

* - для стропил указано максимальное перемещение в перпендикулярном стропиле направлении.

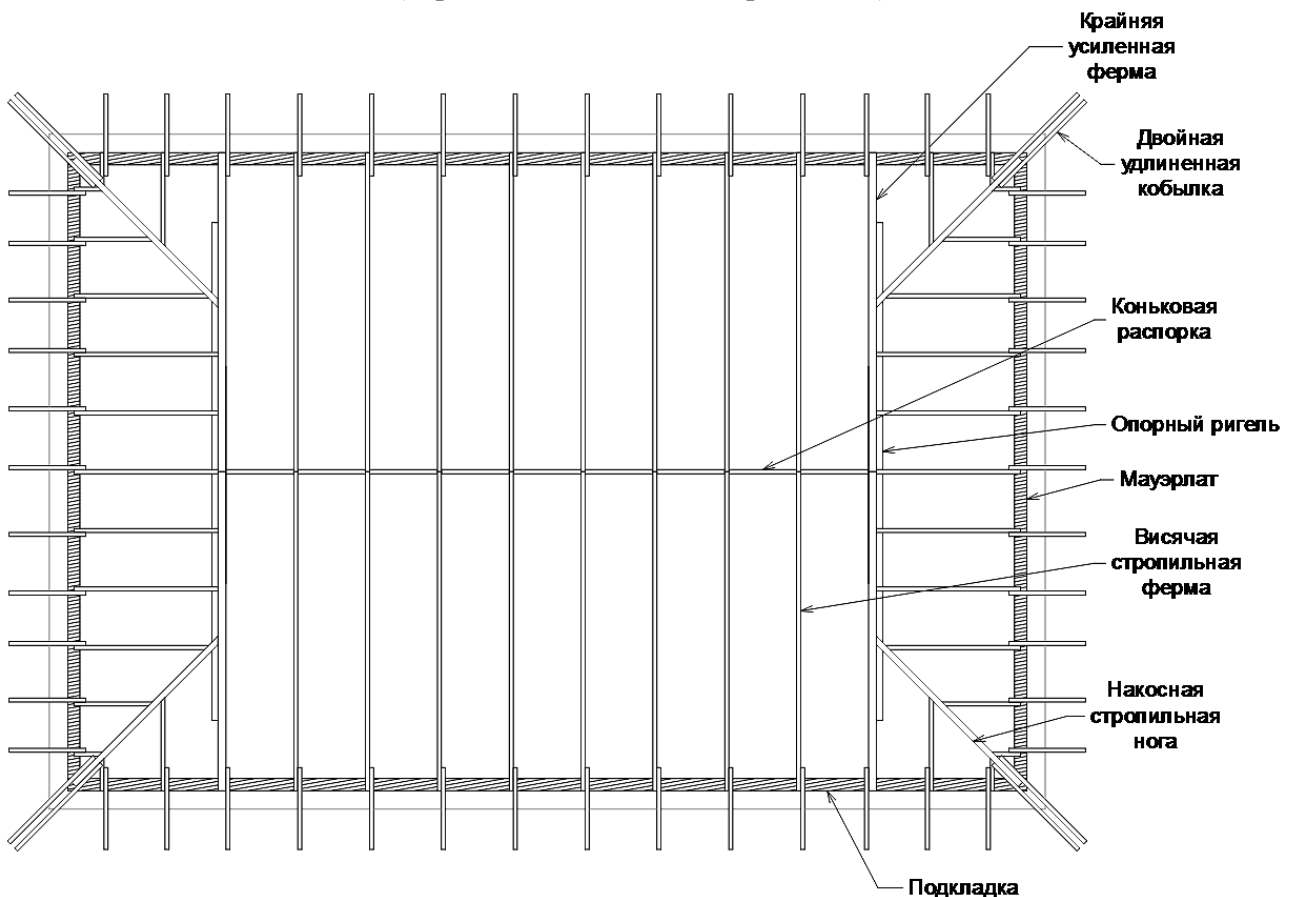
Схемы раскладки стропил для некоторых крыш



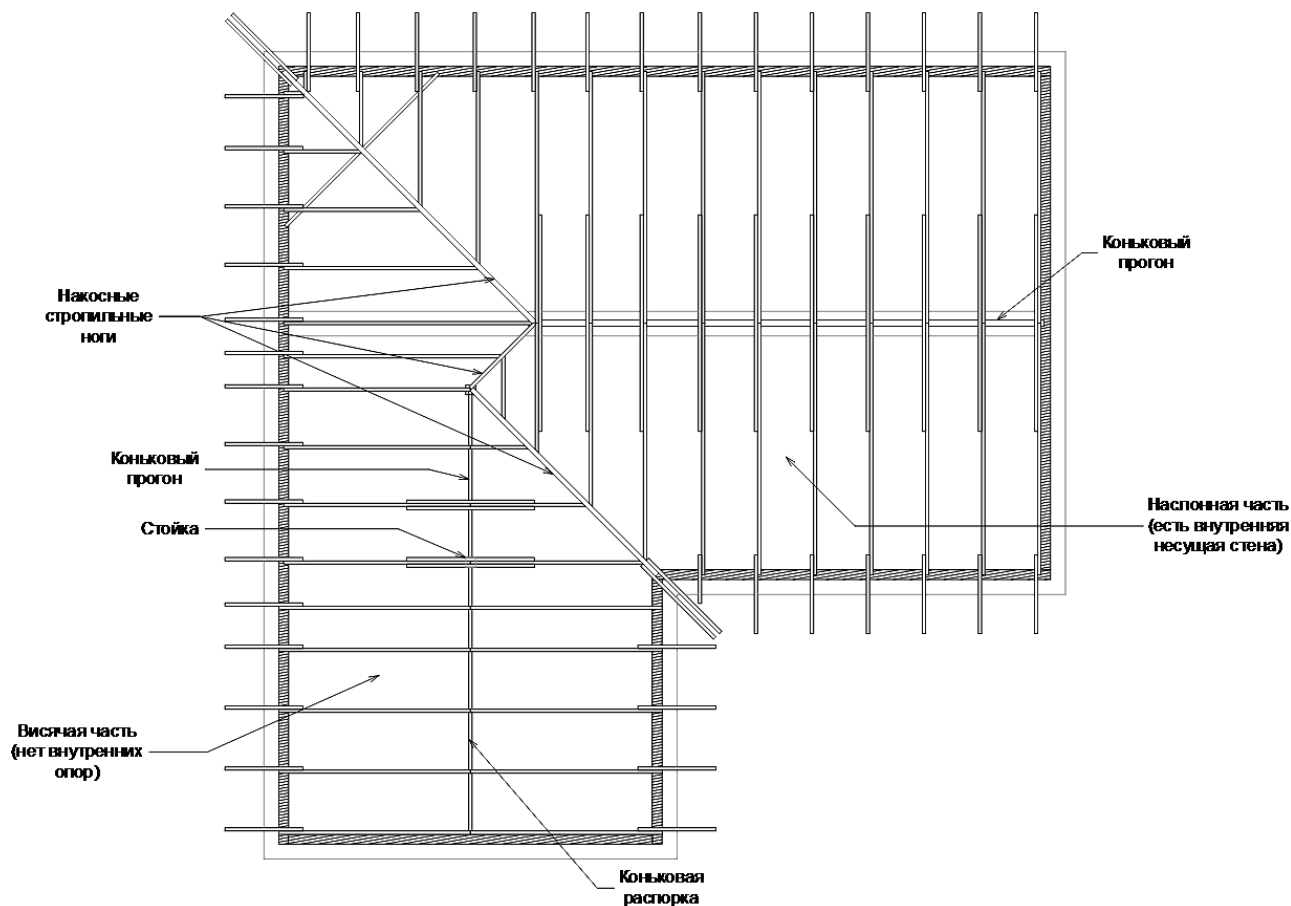
Раскладка стропил для двухскатной щипцовой крыши
(вариант с наслонными стропилами)



**Схема раскладки стропил для вальмовой крыши
(вариант с наслонными стропилами)**



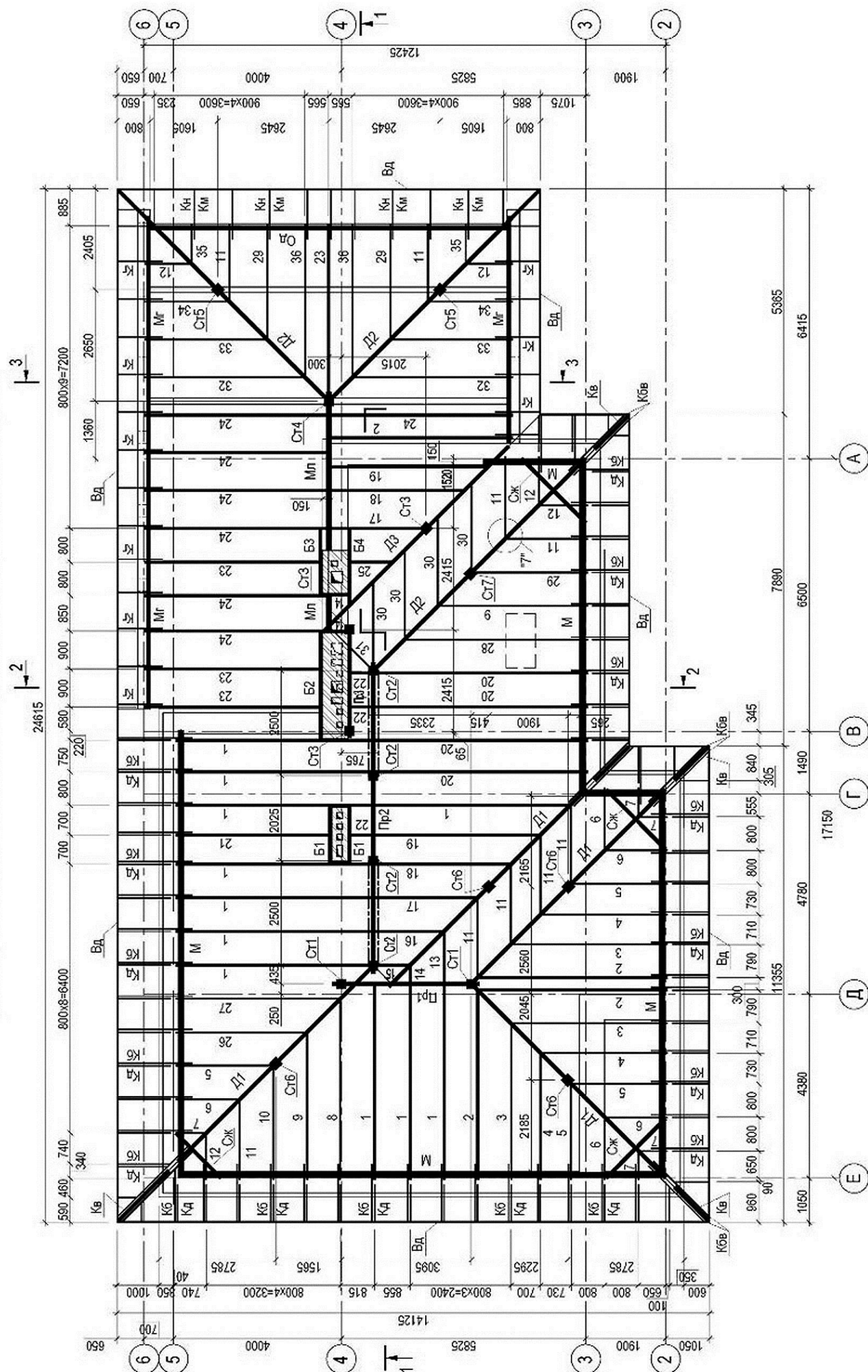
**Схема раскладки стропил для полувальмовой (полущипцовой) крыши
(вариант с висячими стропилами)**



**Схема раскладки стропил для здания с Г-образным планом
(вариант с комбинацией висячего и наслонного вариантов)**

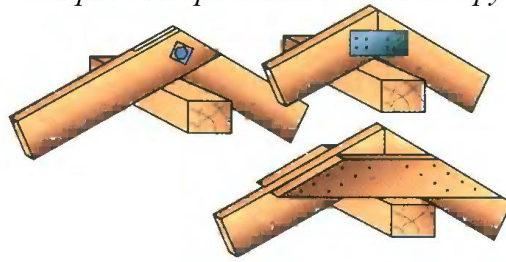
Порядок разработки и пример оформления схемы расположения элементов стропильной системы

1. Начертите характерные оси здания.
2. Начертите капитальные стены, столбы, которые будут являться опорой для стропильной системы.
3. Начертите вентиляционные трубы по размерам с учетом утепления и по фактическому положению.
4. Начертите мауэрлатные брусья, подкладки, положение опорных стоек или рам, коньковых или иных прогонов и других элементов опорной части стропильной системы.
5. В соответствии с планом кровли выполните раскладку стропильных ног или/и висячих стропильных ферм.
6. Покажите другие элементы стропильной системы, если они присутствуют (ригели, шпренгели, кобылки, распорки, обвязки труб, элементы слуховых окон и т.д.).
7. Укажите шаг стропил на разных участках.
8. Обозначьте оси и проставьте размеры в осях.
9. Подпишите названия основных элементов стропильной системы. В рамках учебного проекта позиционировать элементы и выполнять спецификацию не требуется.

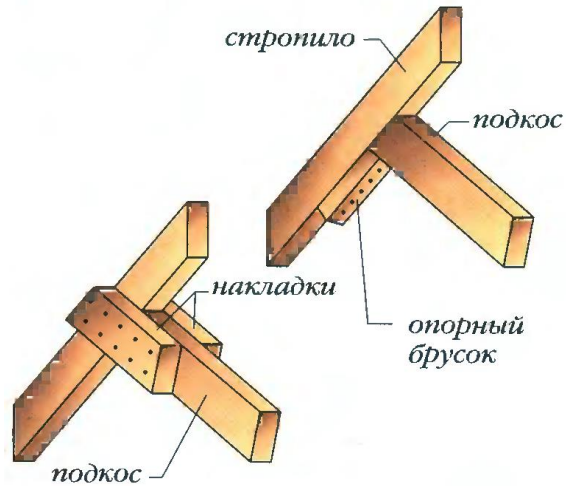


Некоторые узлы наслонных систем

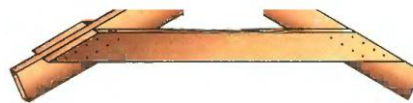
Опираение стропил на коньковый брус



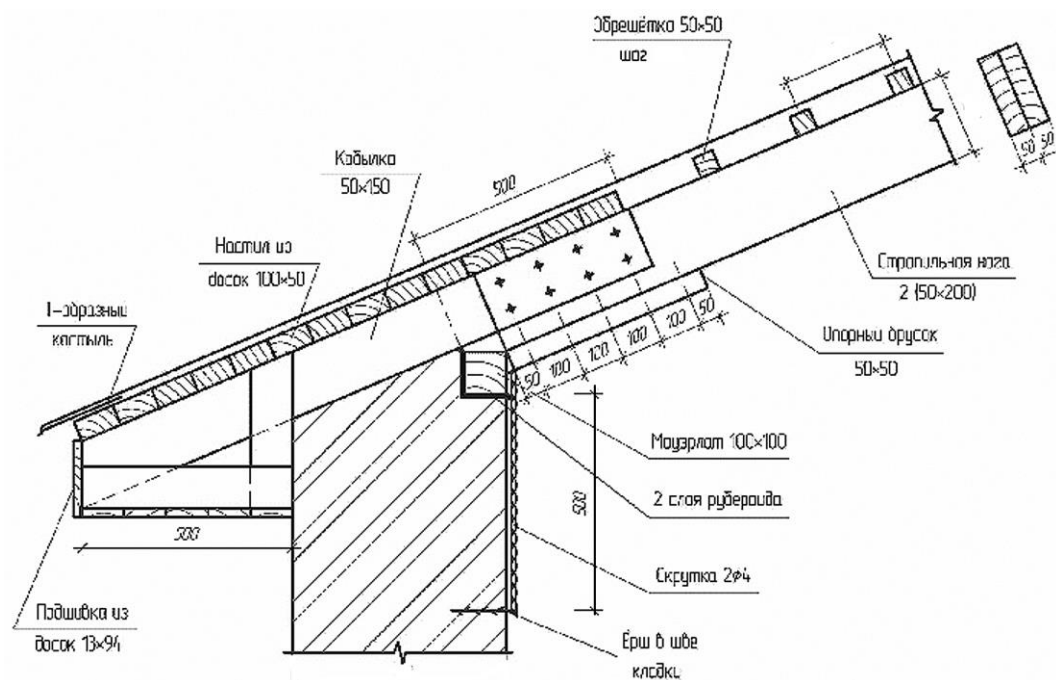
Крепление подкоса к стропилам



Крепление ригеля



Опираение стропильной ноги на мауэрлат



О последнем узле следует проговорить особо.

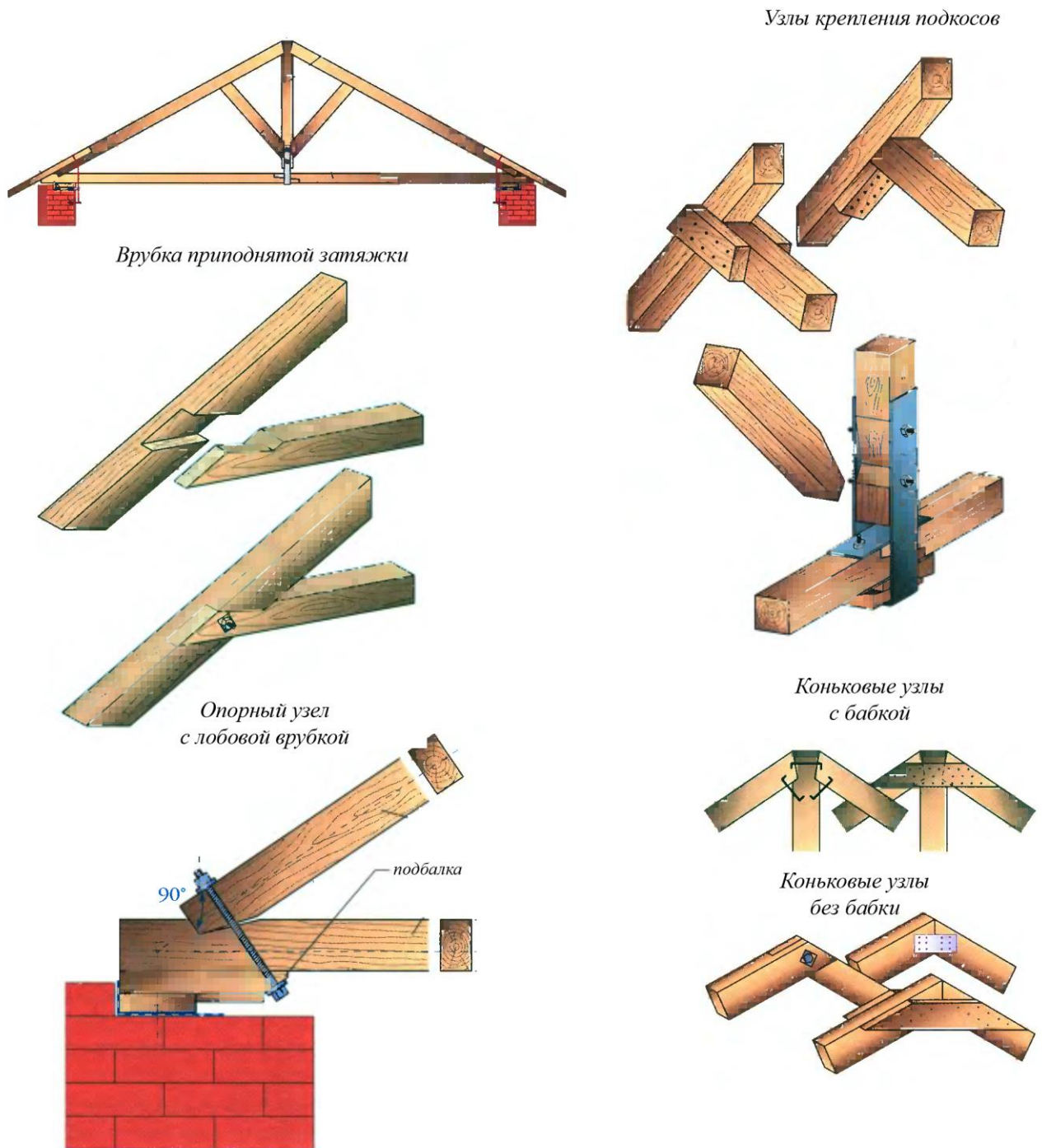
Во избежание гниения под мауэрлат постелена прокладка из 2-х слоев рубероида.

Наличие упорного бруска снизу стропильной ноги обеспечивает достаточную площадь смятия в упоре стропильной ноги в мауэрлат. Брусок используют, если недостаточен возможный размер врубки в стропильной ноге. Такой узел способен воспринять распор.

За плоскость стены кровля выносится кобылкой, прибитой сбоку к стропильной ноге.

Особое внимание нужно обратить на скрутку из проволоки, перехлестывающей стропильную ногу и закрепленной в натяг (закручивать монтировкой) к ершу, заложенному не менее чем на 500 мм (6-7 рядов) ниже мауэрлата в кирпичную кладку (чтобы «пригрузить» ерш весом кладки). Такие скрутки, обычно устанавливаемые через одну стропильную ногу или чаще, удерживают всю крышу от сноса ветром, что весьма вероятно, так как площадь (парусность) крыши велика, а ветра бывают очень сильными.

Некоторые узлы висячих систем



Отметим, что как и наслонные, висячие стропила требуют крепление к стенам во избежание ветрового сноса.

Тема 9. Определение величин расчетных и нормативных нагрузок от собственного веса

Сбор нагрузок на перекрытие

Раздел «Сбор нагрузок на перекрытие» включается в пояснительную записку к КП. В зависимости от заданной конструкции перекрытия выполняется либо сбор нагрузок на плиту перекрытия, либо сбор нагрузок на балку перекрытия. В расчете должна быть учтена принятая в проекте конструкция пола, шаг балок перекрытия и другие особенности, определяемые конкретным вариантом проекта.

Пример 1. Сбор нагрузок на балку перекрытия

А) Постоянные нагрузки

Междуэтажное перекрытие по деревянным балкам жилого дома имеет следующую конструкцию (снизу вверх, конструкция показана на рисунке ниже):

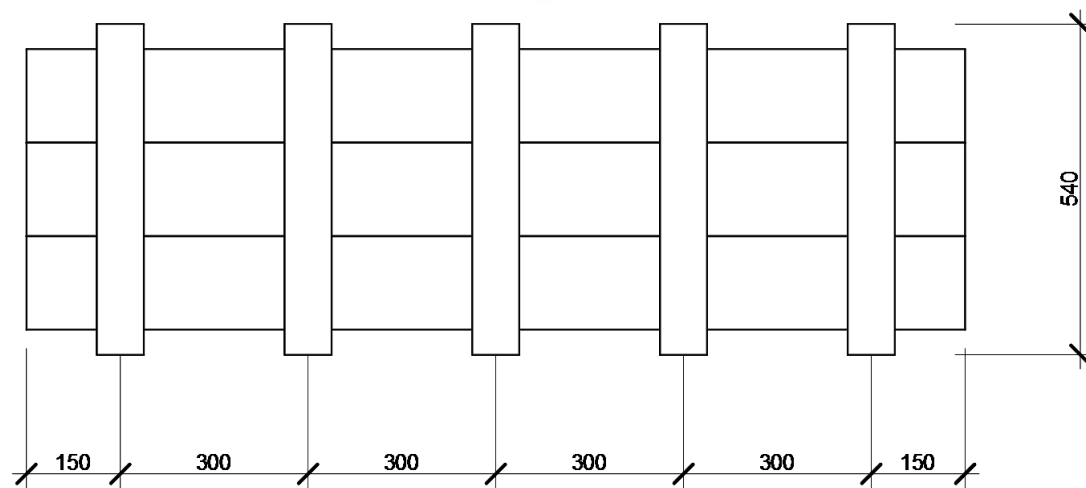
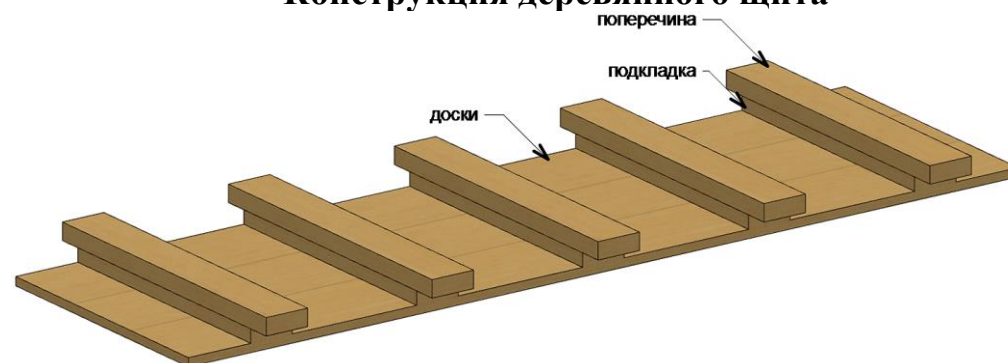
- подшивка гипсокартонными листами толщиной 10 мм;
- деревянный щит (конструкция показана на рисунке ниже);
- деревянные балки 175х50 с черепными брусками 40х40, шаг балок 600 мм;
- прокладочный слой из пергамина;
- межбалочная засыпка из песка, 100 мм;
- упругие прокладки по балкам из ДВП толщиной 12,5 мм;
- деревянные лаги из бруса 100х50 уложенные с шагом 500 мм;
- дощатый пол из сосновой доски толщиной 25 мм.

В таблице сбора нагрузок 0,009807 – коэффициент перевода масс (в кг) в веса (в кН).

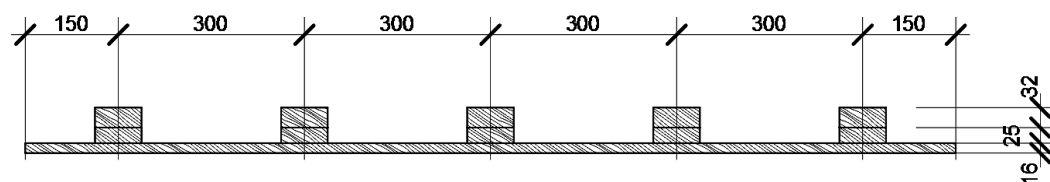
Конструкция деревянного перекрытия



Конструкция деревянного щита



Продольный разрез щита



Поперечный разрез щита

№ п/п	Элемент конструкции	Материал	Толщина и/или размеры, мм	Плотность материала, кг/м ³	Нормативная нагрузка на 1 погонный метр (кН/м)	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная погонная нагрузка на балку, кН/м
1	Подшивка	Гипсокартонные листы	10	1350	$1350 \cdot 0,01 \cdot 0,6 \cdot 0,009807 = 0,0794$	1,3	0,1032
2	Деревянный щит: доски, прибитые к поперечным планкам через подкладки	Сосна	Доски – 16; Поперечные планки 540x75x32 с шагом 300; Подкладки 460x75x25 с шагом 300	500	Доски (вычитаем размер балки, черепных брусков и зазоров по 5 мм): $0,016 \cdot (0,6 - 0,05 - 0,04 \cdot 2 - 2 \cdot 0,005) \cdot 500 \cdot 0,009807 = 0,0361$ Поперечные планки (шаг 0,3 м): $0,54 \cdot 0,075 \cdot 0,032 \cdot 500 / 0,3 \cdot 0,009807 = 0,0213$ Подкладки: $0,46 \cdot 0,075 \cdot 0,025 \cdot 500 / 0,3 \cdot 0,009807 = 0,0142$ Всего: 0,0716	1,1	0,0788
3	Деревянные балки с черепными брусками	Сосна	Балки – 175x50 с шагом 600; Черепные бруски 40x40	500	Балки: $0,175 \cdot 0,05 \cdot 500 \cdot 0,009807 = 0,0429$ Черепные бруски: $0,04 \cdot 0,04 \cdot 500 \cdot 0,009807 = 0,0078$ Всего: $0,0429 + 0,0078 \cdot 2 = 0,0581$	1,1	0,0639
4	Прокладочный слой	Пергамин	-	0,6 кг/м ²	$0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,009807 = 0,0035$	1,3	0,0046
5	Засыпка	Песок карьерный сухой	100	1500	Вычитаем толщину балки (можно еще и планки с подкладками вычесть, но пусть будет в запас прочности) $0,1 \cdot (0,6 - 0,05) \cdot 1500 \cdot 0,009807 = 0,8091$	1,3	1,0518
6	Упругие прокладки на балках	Мягкая ДВП	80x12,5	230	$0,08 \cdot 0,0125 \cdot 230 \cdot 0,009807 = 0,0023$	1,3	0,003
7	Деревянные лаги	Сосна	Бруски 100x50 с шагом 500 мм	500	$0,1 \cdot 0,05 \cdot 0,6 \cdot 500 / 0,5 \cdot 0,009807 = 0,0294$	1,1	0,0323
8	Доски пола	Сосна	25	500	$0,025 \cdot 0,6 \cdot 500 \cdot 0,009807 = 0,0736$	1,1	0,081
ИТОГО постоянная нагрузка от веса перекрытия:					1,13	-	1,24

Б) Нагрузки от веса перегородок

Принимаем условно эквивалентную равномерно распределенную нагрузку 0,5 кПа.

Нагрузка на балку перекрытия составит при этом:

нормативная: $0,5 \cdot 0,6 = 0,3$ кН/м;

расчетная: $0,5 \cdot 0,6 \cdot 1,3 = 0,39$ кН/м (здесь коэффициент надежности по нагрузке γ_f принят как для изоляционных (отделочных) покрытий, выполняемых на строительной площадке. Для кирпичных перегородок следовало принять $\gamma_f = 1,1$).

В) Временная (полезная) равномерно распределенная нагрузка

По табл. 8.3 СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» значение нормативной равномерно распределенной нагрузки на 1 кв.м. перекрытия в квартирах жилых зданий составляет 1,5 кПа. Коэффициент надежности при величине временной нагрузки до 2 кПа равен $\gamma_f = 1,3$.

Соответствующая погонная нагрузка на балку перекрытия при шаге балок 0,6 м составит:

нормативная (кратковременная): $1,5 \cdot 0,6 = 0,9$ кН/м;

нормативная (длительная): $1,5 \cdot 0,35 \cdot 0,6 = 0,32$ кН/м;

расчетная: $1,5 \cdot 0,6 \cdot 1,3 = 1,17$ кН/м.

Расчетные сочетания нагрузок

При расчетах балки **по предельным состояниям первой группы** (прочность, устойчивость) мы должны будем использовать основное сочетание, включающее **расчетные постоянные и временные (кратковременные) нагрузки**:

$$R_{\text{расч}} = 1,24 + 0,39 + 1,17 = 2,8 \text{ кН/м.}$$

При расчетах балки **по предельным состояниям второй группы** (прогиб) следует использовать основное сочетание, включающее **нормативные постоянные и временные (длительные) нагрузки**:

$$R_{\text{норм.длит.}} = 1,13 + 0,3 + 0,32 = 1,75 \text{ кН/м.}$$

Пример 2. Сбор нагрузок на железобетонную плиту перекрытия

Конструкция перекрытия:

железобетонная многопустотная плита 6х1,8 м толщиной 220 мм с круглыми пустотами диаметром 159 мм (тип 1ПК по ГОСТ 9561-91);

выравнивающая стяжка из цементно-песчаного раствора толщиной 30 мм;

прокладка из полутвердой ДВП, 10 мм;

линолеум на клею.

А) Постоянные нагрузки

№ п/п	Элемент конструкции	Материал	Толщина и/или размеры, мм	Плотность материала, кг/м ³	Нормативная нагрузка, кПа	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, кПа
1	Ж/б плита перекрытия	Железобетон	120 (приведенная толщина)	2450	По данным ТС 1.141-1 Вып.63 вес плиты составляет 3250 кг. Соответственно нагрузка на 1 кв.м. плиты составит $3250/6/1,8=300,9$ кг/м ² $*0,009807= 2,95$ кПа	1,1	3,25
2	Выравнивающая стяжка из ЦПР	Раствор цементно-песчаный, М25	30	1800	$0,03*1800*0,009807=0,53$	1,3	0,69
3	Прокладка из полутвердой ДВП	ДВП	10	600	$600*0,01*0,009807=0,06$	1,3	0,08
4	Линолеум	Полукоммерческий искусственный линолеум	-	2,1 кг/м ²	$2,1*0,009807=0,02$	1,3	0,03
ИТОГО постоянная нагрузка от веса перекрытия:					3,56	-	4,05

Б) Нагрузки от веса перегородок

Принимаем условно эквивалентную равномерно распределенную нагрузку 0,5 кПа.

Нагрузка на плиту перекрытия составит при этом:

нормативная: 0,5 кПа;

расчетная: $0,5*1,1=0,55$ кПа (здесь коэффициент надежности по нагрузке γ_f принят как кирпичных перегородок).

В) Временная (полезная) равномерно распределенная нагрузка

По табл. 8.3 СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» значение нормативной равномерно распределенной нагрузки на 1 кв.м. перекрытия в квартирах жилых зданий составляет 1,5 кПа. Коэффициент надежности при величине временной нагрузки до 2 кПа равен $\gamma_f=1,3$.

Нагрузки на плиту перекрытия составят:

нормативная (кратковременная): 1,5 кПа;

нормативная (длительная): $1,5 \cdot 0,35 = 0,53$ кПа (это пониженное значение временной нагрузки);

расчетная: $1,5 \cdot 1,3 = 1,95$ кПа.

Расчетные сочетания нагрузок

При расчетах плиты **по предельным состояниям первой группы** (прочность) мы должны будем использовать основное сочетание, включающее **расчетные постоянные и временные (кратковременные) нагрузки**:

$$R_{\text{расч}} = 4,05 + 0,55 + 1,95 = 6,55 \text{ кПа.}$$

При расчетах плиты **по предельным состояниям второй группы** (прогиб, трещиностойкость) следует использовать основное сочетание, включающее **нормативные постоянные и временные (длительные при расчете длительного раскрытия трещин и кратковременные при расчете образования или кратковременного раскрытия трещин) нагрузки**:

$$R_{\text{норм.длит.}} = 3,56 + 0,5 + 0,53 = 4,59 \text{ кПа.}$$

$$R_{\text{норм.кратковр.}} = 3,56 + 0,5 + 1,5 = 5,56 \text{ кПа.}$$

Тема 10. Определение схем загрузжений и величин расчетных и нормативных снеговых нагрузок для простейших случаев

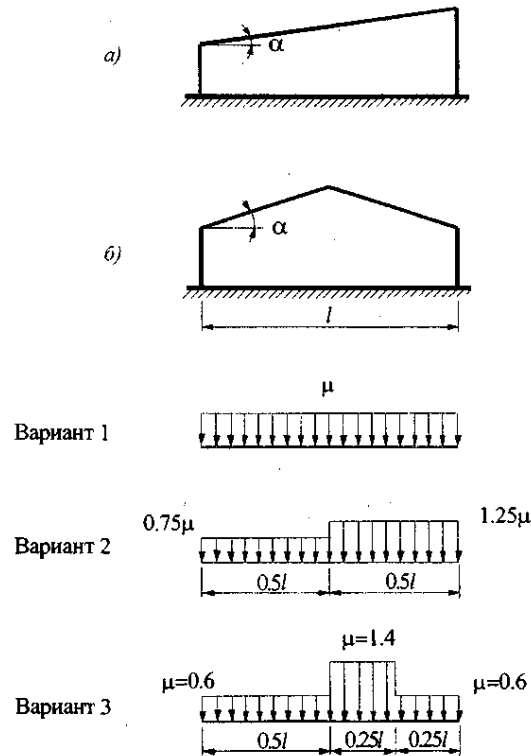
Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия следует определять по формуле

$$S_0 = 0,7 c_e c_t \mu S_g,$$

Коэффициент c_e , учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов, устанавливается в зависимости от типа местности (см. 11.1.6), формы покрытия и степени его защищенности от прямого воздействия ветра. Для скатных покрытий с уклоном более 11° , а также для зданий, не защищенных от ветра соседними зданиями, лесами и т.п., принимаем $c_e=1$.

c_t - термический коэффициент, применяемый для учета понижения снеговых нагрузок на покрытия с высоким коэффициентом теплопередачи ($> 1 \text{ Вт/(м}^2\text{°C)}$) вследствие таяния, вызванного потерей тепла. Для других покрытий значение $c_t=1$ (это значение следует принимать при разработке КП).

μ - коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие. В расчетах необходимо рассматривать схемы как равномерно распределенных, так и неравномерно распределенных снеговых нагрузок, образуемых на покрытиях вследствие перемещения снега под действием ветра или других факторов, в их наиболее неблагоприятных расчетных сочетаниях. Схемы распределения снеговой нагрузки и значения коэффициента μ для разных типов покрытий принимаются в соответствии с приложением Г СНиП. В частности, для зданий с односкатными и двускатными покрытиями (см. рисунок) коэффициент μ определяется по таблице. Промежуточные значения определяются линейной интерполяцией.



Рисунок

Т а б л и ц а

Уклон покрытия α , град.	μ
$\alpha < 30^\circ$	1
$\alpha > 60^\circ$	0

б) Варианты 2 и 3 следует учитывать для зданий с двускатными покрытиями (профиль б), при этом вариант 2 - при $20^\circ \leq \alpha \leq 40^\circ$; вариант 3 - при $10^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ только при наличии ходовых мостиков или аэрационных устройств по коньку покрытия, способствующих снегозадержанию (считаем, что у нас они отсутствуют).

S_g - вес снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли для площадок, расположенных на высоте не более 1500 м над уровнем моря, принимается в зависимости от снегового района РФ по данным таблицы.

Снеговые районы (принимаются по карте 1 приложения Е СНиП)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
S_g , кПа	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0

Пониженное (длительное) нормативное значение снеговой нагрузки для районов со средней температурой января минус 5°C и ниже (по карте 5 приложения Ж) определяется умножением ее нормативного значения на коэффициент 0,5. Для районов со средней температурой января выше минус 5°C пониженное значение снеговой нагрузки не учитывается. Как говорилось ранее, пониженное значение снеговой нагрузки относится к длительным, а полное – к кратковременным нагрузкам.

Коэффициент надежности для снеговой нагрузки $\gamma_f = 1,4$.

Определение нагрузки на стропильную ногу от веса снегового покрова¹

Исходные данные:

Район строительства: г. Москва.

Средняя температура января (по таблице 5.1 СП 131.13330.2018 «Строительная климатология»): $-7,8^\circ\text{C}$.

Снеговой район (по карте 1 приложения Е СНиП, карта приведена ниже): III.

Вес снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли (по таблице из лекций) $S_g = 1,5 \text{ кПа}$.

Покрытие двухскатное без перепадов высот, уклон кровли 35° , ходовые мостики и аэрационные устройства по коньку отсутствуют.

Шаг стропильных ног: 1,1 м.

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия $S_0 = 0,7 c_e c_t \mu S_g$

В соответствии с указаниями выше принимаем коэффициенты:

$c_e = 1$ (уклон кровли более 20°);

$c_t = 1$ (коэффициент теплопередачи покрытия вычисляемый как величина, обратная сопротивлению теплопередаче, меньше $1 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{C})$).

Т.к. уклон покрытия $20^\circ \leq \alpha \leq 40^\circ$, а ходовые мостики и аэрационные устройства по коньку отсутствуют, следует учесть только загрузки по вариантам 1 (равномерное нагружение покрытия снегом) и 2 (неравномерное нагружение).

Коэффициенты μ для этих вариантов:

¹ Для удобства в начало помещен лекционный материал по снеговым нагрузкам. Все ссылки, кроме специально оговоренных, даны на СНиП «Нагрузки и воздействия – СП 20.13330.2016.

Вариант 1: для $\alpha < 30^\circ$ $\mu=1$, для $\alpha > 60^\circ$ $\mu=0$. Для $\alpha = 35^\circ$ определяем линейной интерполяцией:

$$\mu = (0-1)/(60-30) \cdot (35-30) + 1 = 0,833$$

Вариант 2: первая половина покрытия: $\mu_1=0,75 \cdot \mu=0,75 \cdot 0,833=0,625$.

вторая половина покрытия: $\mu_1=1,25 \cdot \mu=1,25 \cdot 0,833=1,042$.

Нормативное полное (кратковременное) значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия:

Вариант загрузки 1: $S_0=0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,833 \cdot 1,5 = 0,875$ кПа.

Вариант загрузки 2:

первая половина покрытия: $S_0=0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,625 \cdot 1,5 = 0,656$ кПа;

вторая половина покрытия: $S_0=0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,042 \cdot 1,5 = 1,094$ кПа;

Т.к. средняя температура января -10°C ниже -5° , нужно учесть пониженное (длительное) значение снеговой нагрузки $S_{01}=0,5 \cdot S_0$.

Нормативное пониженное (длительное) значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия:

Вариант загрузки 1: $S_{01}=0,5 \cdot 0,833=0,417$ кПа.

Вариант загрузки 2: первая половина покрытия: $S_{01}=0,5 \cdot 0,656=0,328$ кПа;

вторая половина покрытия: $S_{01}=0,5 \cdot 1,094=0,547$ кПа;

Погонные нагрузки на стропильную ногу вычисляем, умножая полученные значения равномерно распределенных по площади нагрузок на шаг стропильных ног. Для длительных значений расчетные нагрузки можно не определять.

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, кН/м			Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м		
	Вариант 1	Вариант 2			Вариант 1	Вариант 2	
		1-я половина покрытия	2-я половина покрытия			1-я половина покрытия	2-я половина покрытия
Кратковременная (полное значение)	0,875*1,1=0,963	0,656*1,1=0,722	1,094*1,1=1,203	1,4	1,35	1,01	1,68
Длительная (пониженное значение)	0,417*1,1=0,459	0,328*1,1=0,361	0,547*1,1=0,602	-	-	-	-



