

## ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1. **Точки, расположенные в пространстве**, обозначают прописными буквами латинского алфавита (A, B, C, D, ...) или римскими цифрами (I, II, III, IV, ...).

2. **Ортогональные проекции точек** обозначают прописными буквами латинского алфавита или арабскими цифрами с нижним индексом:  $A_1, B_1, C_1, D_1, \dots, 1_1, 2_1, 3_1, 4_1, \dots$  – на горизонтальной плоскости проекций;  $A_2, B_2, C_2, D_2, \dots, 1_2, 2_2, 3_2, 4_2, \dots$  – на фронтальной плоскости проекций.

3. **Прямые линии** в пространстве, задаваемые отрезками, обозначают двумя латинскими буквами (AB, CD, EF...); проекции отрезков прямых линий:  $A_1B_1, C_1D_1, A_2B_2, C_2D_2, \dots; 1-2, \dots; 1_1-2_1, 1_2-2_2, \dots; 1-A, 1_1-A_1$ .

4. **Плоскости**, расположенные в пространстве, обозначают одной (P, Q, R, S, T, ...) или тремя прописными буквами латинского алфавита (ABC); проекции отсеков плоскостей:  $A_1B_1C_1, A_2B_2C_2, \dots$ ; плоскости проекций: горизонтальную –  $\Pi_1$ , фронтальную –  $\Pi_2$ , профильную –  $\Pi_3$ ; плоскости, заданные следами –  $\text{Р}_{\Pi_1}; \text{Р}_{\Pi_2}; \dots$

5. **Поверхности** обозначают прописными буквами греческого алфавита:  $\Gamma, \Pi, \Sigma, \Phi, \dots$

6. **Углы** обозначают строчными буквами греческого алфавита:  $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \phi, \dots$ ; символическими записями  $\angle ABC$ ; прямой угол графически на изображении обозначается дугой с точкой внутри.

7. **Проекции теней** от точек, прямых и плоскостей в ортогональных проекциях обозначают прописными буквами латинского алфавита или арабскими цифрами с нижним индексом, указывающим плоскость проекций:  $A_{\Pi_1}, B_{\Pi_2}, \dots, 1_{\Pi_1}, 2_{\Pi_2}, \dots$  и с добавлением значка «штрих», обозначающего тени на других поверхностях:  $A_{\Pi_1}', A_{\Pi_2}', A_{\Pi_3}', \dots, 1_{\Pi_1}', 2_{\Pi_2}', 3_{\Pi_3}', \dots$

8. **АксонOMETрические и перспективные проекции** точек, прямых и плоскостей обозначают прописными буквами с добавлением значка «штрих» или без него:  $A', AB', A'B'C', \dots, A, AB, ABC, \dots$ ; вторичные проекции точек, прямых и плоскостей – прописными буквами с нижним индексом и добавлением значка «штрих» или без него:  $A_1, B_2, \dots, 1_1, 2_2, \dots, A_1', B_2', \dots, 1_1', 2_2', \dots$

9. **АксонOMETрические и перспективные проекции** теней от точек, прямых и плоскостей обозначают буквами с добавлением нижнего индекса, обозначающего соответствующую плоскость проекций:  $A_{\Pi_1}; B_{\Pi_2}; C_{\Pi_3}, \dots$  и с добавлением знака «штрих», обозначающего тени на других поверхностях:  $A', B', \dots, 1', 2'$  или  $A'', B'', \dots, 1'', 2''$  – если этих поверхностей несколько.

10. **Примеры других обозначений**: совпадение (тождественность) двух геометрических элементов обозначают знаком « $\equiv$ » ( $A \equiv B$ ); пересечение прямых, плоскостей – знаком « $\times$ » ( $AB \times CD$ ); параллельность – знаком  $\parallel$  ( $AB \parallel CD$ ).

## ПРЕДИСЛОВИЕ

С прогрессом в области промышленности и строительства в России тесно связано развитие инженерной графики, технического и строительного черчения. Осваивая эти дисциплины, студенты должны научиться выполнять чертежи и эскизы, читать чертежи, развивать пространственное представление о форме изображаемой детали или объекта. Компьютерная графика не может заменить использование традиционных средств геометрического конструирования пространственных форм. Студент должен иметь определенный уровень знаний по техническому черчению, уметь анализировать чертеж объекта, расчленять сложную форму на простые составляющие геометрические тела [6].

Чертеж является международным языком техники, так как, изготовленный в одном уголке нашей планеты, он понятен всем технически грамотным людям в любой стране мира.

Изучая техническое черчение, студенты получают комплекс знаний и навыков, необходимых для выполнения курсовых, дипломных работ и дальнейшей практической деятельности на производстве.

Наша страна является гигантской строительной площадкой. Применение новых строительных материалов, новых конструктивных решений и способов производства способствует резкому увеличению объемов проектных работ. Но, не зная строительного черчения, не умея читать строительные чертежи, невозможно проектировать и возводить промышленные и гражданские здания и сооружения. Чертежи зданий и сооружений должны показывать не только внешний вид и внутренне устройство, но содержать необходимые сведения для возведения зданий и сооружений [12, 13].

Авторами использован не только отечественный опыт в области создания учебной литературы, но и собственный опыт чтения лекций и проведения практических занятий. В учебнике даны теоретические основы выполнения чертежей, построения проекций (в том числе аксонометрических) геометрических тел и деталей, контура деталей, общие сведения об изделиях и их изображениях на чертежах, разъемных и неразъемных соединениях деталей, рабочих чертежах и эскизах деталей, сборочных чертежах, основные правила оформления строительных чертежей.

Наличие в учебнике большого количества примеров построения облегчает студентам дневного и заочного отделения самостоятельное изучение технического и строительного черчения.

Замечания и указания на погрешности изложения и оформления чертежей авторы примут с благодарностью.

# ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

## 1.1. Виды строительных чертежей

Различные здания и сооружения создаются по проектам, основными документами в которых являются чертежи.

Все строительные чертежи в зависимости от вида изображаемых объектов можно разделить:

- *архитектурно-строительные (архитектурные)*, содержащие сведения о жилых, общественных и производственных зданиях;
- *инженерно-строительные*, содержащие основные сведения о сооружениях (мосты, железные и шоссейные дороги, гидротехнические сооружения, тоннели, эстакады, градирни и др.);
- *топографические* – чертежи земной поверхности.

Промышленные, общественные и жилые здания и сооружения проектируются на основе технико-экономических обоснований (ТЭО). Для промышленного строительства разрабатывается, как правило, технический проект, совмещенный с рабочими чертежами (технорабочий проект). Для крупных и сложных промышленных комплексов, а также в случае применения новой, неосвоенной технологии или сложных архитектурно-строительных решений допускается проектирование в две стадии – технический проект и рабочие чертежи [12, 13].

В проектах необходимо предусматривать новейшее высокопроизводительное оборудование, агрегаты оптимальной мощности, прогрессивные технологические процессы, оснащенные в необходимых случаях автоматизированными системами управления (АСУ ТП).

Рабочие чертежи, предназначенные для производства строительных и монтажных работ, объединяют в комплекты по маркам (ГОСТ 21.101-97):

- технология производства – ТХ;
- технологические коммуникации – ТК;
- генеральный план и сооружения транспорта – ГТ;
- генеральный план – ГП;
- архитектурные решения – АР;
- интерьеры – АИ;
- конструкции железобетонные – КЖ;
- конструкции деревянные – КД;
- архитектурно-строительные решения – АС;
- конструкции металлические детализовочные – КМД;
- водопровод и канализация – ВК;
- отопление, вентиляция и кондиционирование – ОВ;
- газоснабжение (внутренние устройства) – ГСВ;
- силовое электрооборудование – ЭМ;
- электрическое освещение (внутреннее) – ЭО;

- системы связи – СС;
- пожаротушение – ПТ;
- автоматизация ... – А...;
- автоматизация комплексная – АК;
- наружные сети водоснабжения – НВ;
- наружные сети канализации – НК;
- наружное электроосвещение – ЭН;
- электроснабжение – ЭС и др.

При выполнении строительных чертежей следует руководствоваться государственными стандартами на проектную документацию для строительства (СПДС), которые распространяются на все виды проектной документации для строительства. Стандарты СПДС дополняют государственные стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) с учетом специфики проектной документации для строительства. Основное назначение стандартов СПДС заключается в установлении единых правил выполнения, оформления и обращения проектной документации.

## 1.2. Форматы, основные надписи

Все документы, входящие в состав проекта здания или сооружения, должны выполняться на чертежных листах бумаги стандартных форматов. Государственным стандартом ГОСТ 2.301-68 предусмотрены следующие размеры готовых чертежей (табл. 1.1).

Таблица 1.1 – Основные форматы чертежей

| Обозначение формата чертежа | A0         | A1        | A2        | A3        | A4        |
|-----------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Размеры сторон формата, мм  | 841 × 1189 | 594 × 841 | 420 × 594 | 297 × 420 | 210 × 297 |

Чертеж в формате можно располагать как горизонтально, так и вертикально. Предпочтительно располагать формат горизонтально. Формат А4 всегда располагается вертикально.

В соответствии с ГОСТ 2.104-2006 с левой стороны листов для возможности брошюровки оставляют свободное поле подшивки шириной 20 мм. С трех других сторон расстояние от края бумаги (от внешней рамки) до рамки формата принимают равным 5 мм (рис. 1.1). В правом нижнем углу чертежа помещается основная надпись. Основная надпись представляет собой небольшую таблицу, внутри которой вписываются основные сведения, относящиеся к содержанию чертежа и его выполнению.

ГОСТ 2.104-2006 устанавливает размеры и порядок заполнения основной надписи (форма 1) на чертежах и схемах (рис. 1.2).

Для изготовления строительных чертежей основные надписи должны выполняться по ГОСТ 21.101-97. На рисунке 1.2 приведена форма 3 основной надписи и ее размеры для листов основного комплекта рабочих чертежей разделов проектной документации, форма 4 основной надписи для первого листа чертежей строительных изделий, форма 6 для последующих листов чертежей строительных изделий.

В графе 1 указывают обозначение документа, в том числе раздела проекта, основного комплекта рабочих чертежей, чертежа изделия, текстового документа и др.

В графе 2 указывают наименование предприятия, в состав которого входит здание (сооружение).

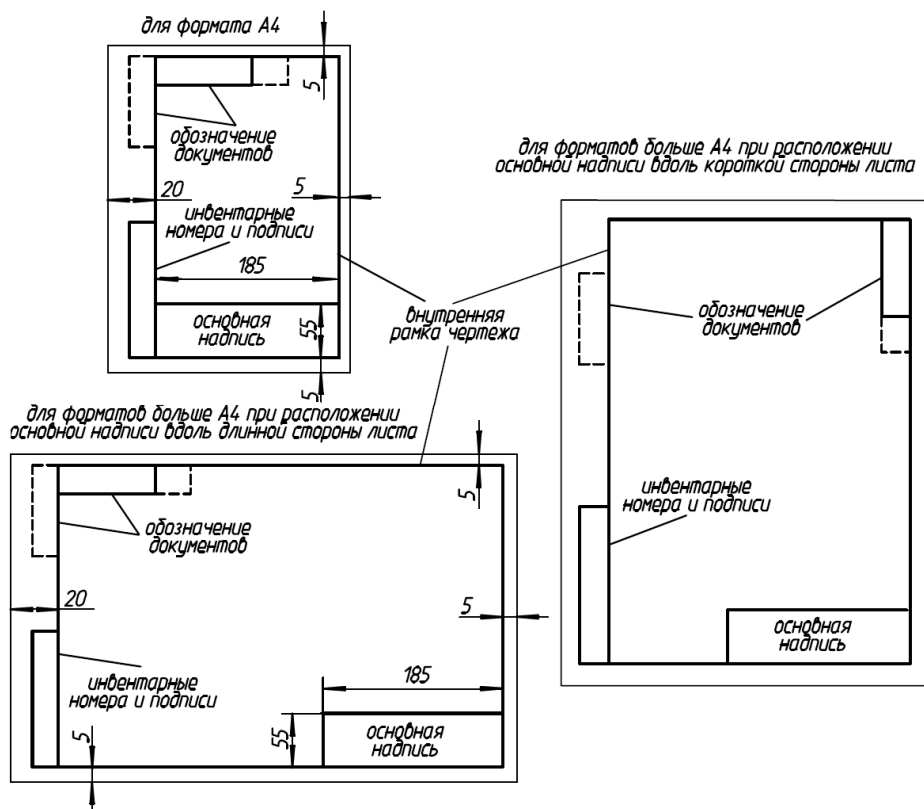
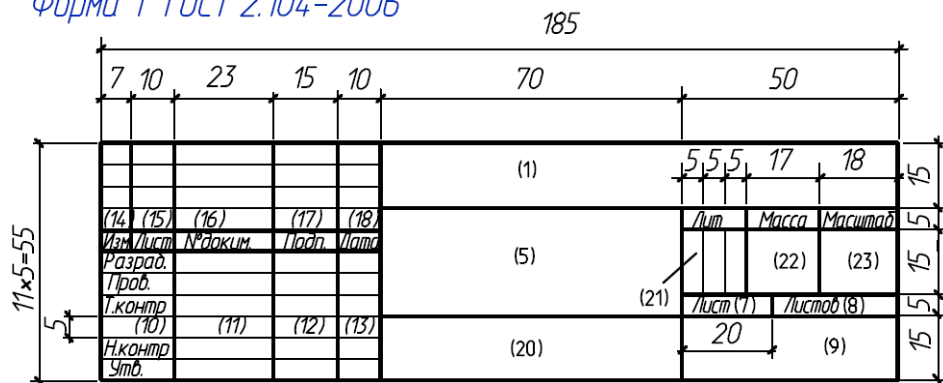


Рис. 1.1 – Положение основной надписи и дополнительных граф к ней

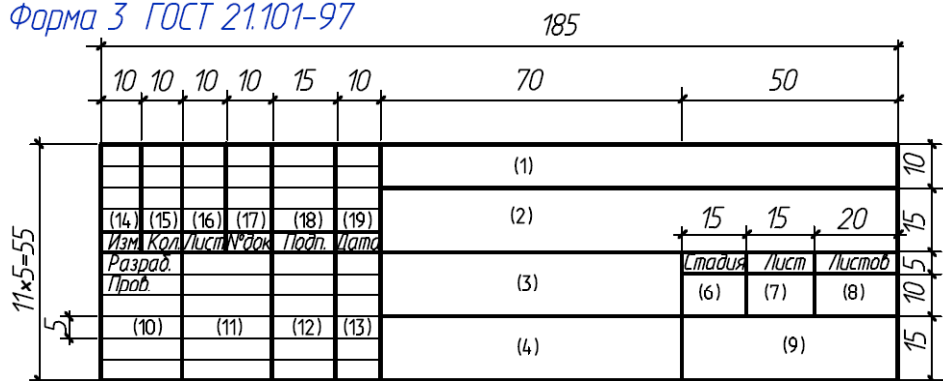
В графе 3 указывают наименование здания (сооружения) и, при необходимости, вид строительства (реконструкция, расширение, техническое перевооружение, капитальный ремонт).

В графе 4 указывают наименование изображений, помещенных на данном листе в точном соответствии с наименованием, указанным над изображением на поле чертежа. Спецификации и другие таблицы, а также текстовые указания, относящиеся к изображениям, в графе не указывают.

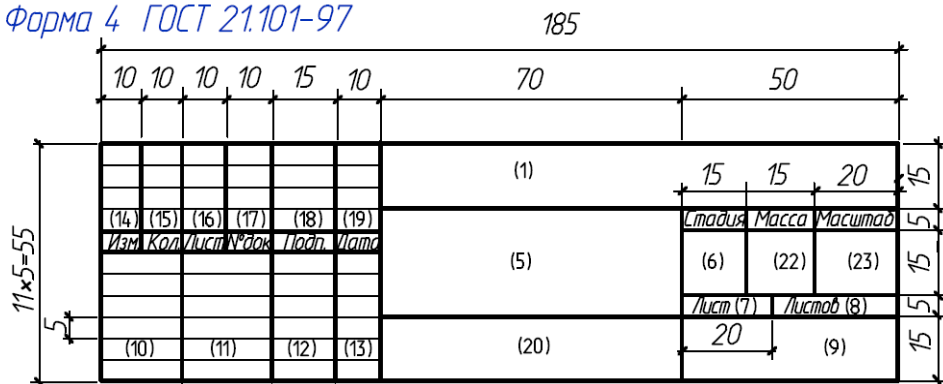
# Форма 1 ГОСТ 2.104-2006



# Форма 3 ГОСТ 21.101-97



# Форма 4 ГОСТ 21.101-97



# Форма 6 ГОСТ 21.101-97

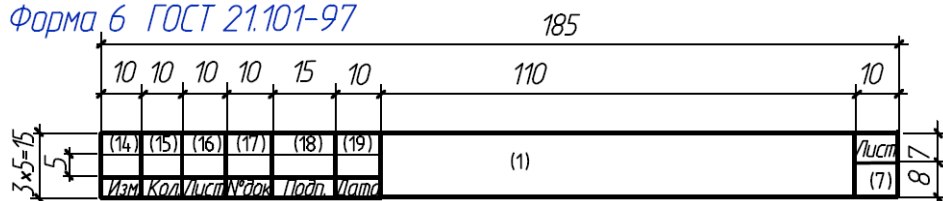


Рис. 1.2 – Размеры основной надписи

В графе 5 указывают наименование изделия или наименование документа, в учебном процессе – задания.

В графе 6 указывают условное обозначение стадии проектирования: Р – рабочие чертежи, ТР – утверждаемая часть технорабочего проекта, ТП – технический проект.

В графе 7 указывают порядковый номер листа (страницы текстового документа при двусторонней печати). На документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют.

В графе 8 указывают общее количество листов документа (например, основного комплекта рабочих чертежей, чертежей изделия, части технорабочего проекта).

В графе 9 указывают наименование или различительный индекс организации, разрабатывающей проектный документ.

В графе 10 указывают характер выполненной работы (разработал, проверил, нормоконтроль).

В графах 11–13 указывают должности, фамилии, подписи исполнителей и других лиц, ответственных за содержание документа, даты подписания документа.

В графах 14–19 – таблица изменений.

В графе 20 указывают обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей).

В графе 21 указывают литеру, присвоенную данному документу.

В графе 22 указывают массу изделия, изображенного на чертеже, в килограммах, без указания единицы измерения.

В графе 23 указывают масштаб в соответствии с ГОСТ 2.302.

Угловую дополнительную надпись (см. рис. 1.1), содержащую обозначение документа, помещают в левом верхнем углу чертежа при расположении основной надписи вдоль длинной стороны листа (обозначение повернуто на 180°) или в правом верхнем углу при расположении основной надписи вдоль короткой стороны листа (обозначение повернуто на 90°).

На формате А4 основную надпись располагают только вдоль его короткой стороны, а угловую дополнительную надпись в левом верхнем углу чертежа (обозначение повернуто на 180°).

К схеме расположения элементов сборной конструкции, монолитной железобетонной конструкции, к чертежам установок (блоков) технологического, санитарно-технического и другого оборудования составляют спецификацию по форме 7 ГОСТ 21.501-2011 (рис. 1.3). При выполнении чертежей групповым методом составляют групповые спецификации (рис. 1.4) [12, 13].

*Спецификация* – документ, содержащий полный перечень составных частей изделия сборочной единицы, конструкции, здания или сооружения.

В спецификациях указывают:

В графе «Поз.» – позиции (марки) элементов конструкций, установок.

В графе «Обозначение» – обозначение основных документов на записываемые в спецификацию элементы конструкций, оборудование и изделия или стандартов (технических условий) на них.

В графе «Наименование» – наименования элементов конструкций, оборудования, изделий и их марки. Допускается на группу одноименных элементов указывать наименование один раз и его подчеркивать.

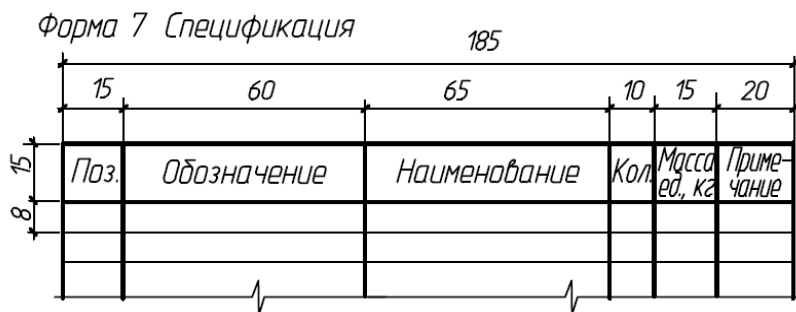


Рис. 1.3 – Разбивка спецификации

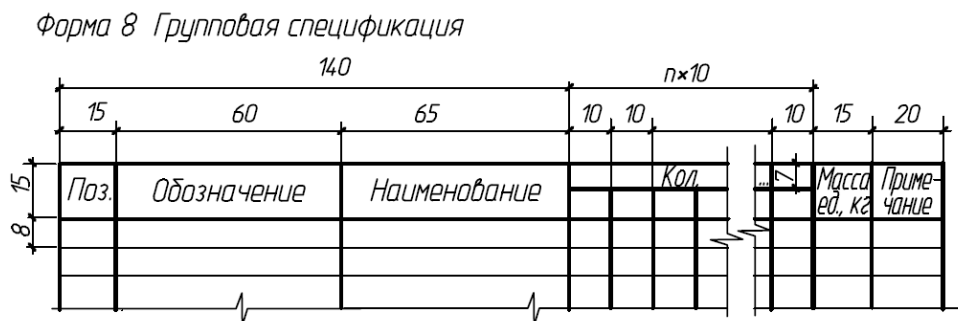


Рис. 1.4 – Разбивка групповой спецификации

В графе «Кол.» формы 7 – количество элементов. В графе «Кол...» формы 8 – вместо многоточия записывают «по схеме», «на этаж» и т. п., а ниже – порядковые номера схем расположения или этажей.

В графе «Примечание» – дополнительные сведения, например, единицу измерения массы.

На планах этажей наносят наименования помещений (технологических участков), их площади и категории. При недостатке места эти данные допускается приводить в экспликации по форме 2 ГОСТ 21.501-2011 (рис. 1.5).



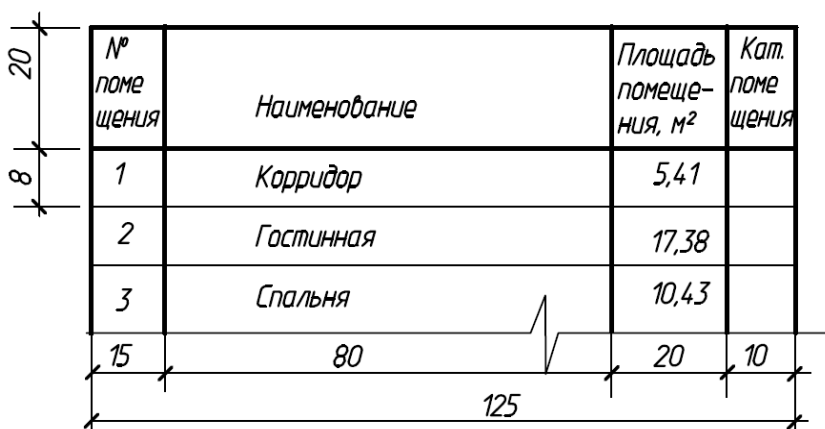


Рис. 1.5 – Изображение и заполнение экспликации помещений

### 1.3. Масштабы

*Масштабом* называется отношение линейных размеров изображения на чертеже к истинным размерам изображаемого предмета [1, 3, 5].

В соответствии с действующим ГОСТ 2.302-68 «Масштабы» устанавливаются следующие масштабы:

- натуральная величина – 1:1;
- масштабы уменьшения – 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000;
- масштабы увеличения – 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 25:1; 40:1; 50:1; 100:1.

Масштаб, указываемый в предназначенной для этого графе основной надписи, должен обозначаться по типу 1:1; 1:2; 1:5 и т. д., а в остальных случаях пишется с буквой «М» (М 1:1; М 1:20 и т. д.).

Если отдельное изображение (вид, разрез, сечение, выносной элемент) выполнено в масштабе, отличном от всего чертежа, он указывается непосредственно под надписью, относящейся к данному изображению, например А–А (1:2); А (5:1). На эскизах и в таблицах масштаб в графе основной надписи не указывается.

При проектировании генеральных планов крупных объектов допускается применение масштабов 1:2000; 1:5000; 1:10 000; 1:20 000; 1:25 000; 1:50 000.

Для архитектурно-строительных чертежей гражданских зданий используют следующие масштабы:

- планы этажей, фасады, разрезы, планы кровли и полов – 1:200; 1:400;
- планы зданий, фундаментов и кровли, подвалов, этажей, монтажные планы этажей и перекрытий, фасады – 1:100; 1:200;
- планы секций, разрезы, фрагменты планов и фасадов – 1:50; 1:100;
- изделия и узлы – 1:2; 1:5; 1:10; 1:20.

Для инженерно-строительных чертежей производственных зданий используют масштабы:

- планы этажей, разрезы, фасады здания – 1:200; 1:400;
- планы вспомогательных помещений и подземных конструкций, схемы заполнения оконных проемов и расположения перегородок – 1:100; 1:200;
- фрагменты планов, разрезов, фасадов – 1:50; 1:100;
- изделия и узлы – 1:2; 1:5; 1:10; 1:20, 1:50.

В зависимости от сложности и насыщенности информацией, масштаб изображения на строительных чертежах следует принимать минимальным. В соответствии с ГОСТ 21.101-97 на листах основного комплекта рабочих чертежей масштаб не указывают, за исключением чертежей изделий и других случаев, предусмотренных в соответствующих стандартах СПДС.

При необходимости масштаб изображения может быть указан в основной надписи по типу «План I этажа (1:100)» или над изображением, по типу «1-1 (1:50)».

#### **1.4. Линии чертежа**

ГОСТ 2.303-68 «Линии» устанавливает такие типы линий, применяемые на чертежах: сплошная основная, сплошная тонкая, сплошная волнистая, штриховая, штрихпунктирная тонкая, штрихпунктирная утолщенная, разомкнутая и сплошная тонкая с изломами.

Толщины всех типов линий зависят от принятой на чертеже толщины линии видимого контура, обозначаемой буквой S. Линии видимого контура в зависимости от величины и сложности чертежа, а также его назначения и формата могут выбираться в пределах от 0,5 до 1,4 мм.

Толщина линий должна быть одинаковой и выбрана для всех изображений на данном чертеже, выполненных в одном и том же масштабе.

Линии чертежа, их начертание, толщина и назначение приведены в таблице 1.2.

В разрезах строительных чертежей видимые линии контуров, не попадающие в плоскость сечения, допускается выполнять сплошной тонкой линией. Контур элемента, которые надо выделить на чертеже, следует обводить более толстой линией.

Так, на планах перекрытий толстой сплошной линией выполняют контуры элементов перекрытий, на чертежах железобетонных конструкций – арматуру, на чертежах расположения технологического, санитарно-технического оборудования – радиаторы отопления, трубы и т. д.

Толщина линий обводки основных строительных чертежей приведена в таблице 1.3 [1, 3].

На рисунке 1.6 показано применение линий на строительных чертежах. Цифровое обозначение линии, проставленное на полке-выноске, соответствует указанному в графе «Наименование» таблицы 1.3.

Таблица 1.2 – Линии чертежные, их назначение и начертание

| Тип линий                              | Начертание  | Толщина линии                            | Основное назначение  |
|--|---|--|--|
| Сплошная толстая основная              |    | $S$                                      | Линии видимого контура (1). Линии перехода видимые (2). Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)   |
| Сплошная тонкая                        |    | От $\frac{1}{3} S$<br>до $\frac{1}{2} S$ | Линии контура наложенного сечения. Линии размерные и выносные (3). Линии штриховки (4). Линии-выноски и полки линий-выносок (5). Линии перехода воображаемые. Линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях |
| Сплошная волнистая                     |    | От $\frac{1}{3} S$<br>до $\frac{1}{2} S$ | Линии обрыва (6). Линии разграничения вида и разреза (7)   |
| Штриховая                              |    | От $\frac{1}{3} S$<br>до $\frac{1}{2} S$ | Линии невидимого контура (8). Линии перехода невидимые (9)   |
| Штрихпунктирная тонкая                 |   | От $\frac{1}{3} S$<br>до $\frac{1}{2} S$ | Линии осевые и центровые (10). Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений   |
| Штрихпунктирная утолщенная             |  | От $\frac{1}{2} S$<br>до $\frac{2}{3} S$ | Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию (11). Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью (наложенная проекция) (12)   |
| Разомкнутая                            |  | От $S$<br>до $1\frac{1}{2} S$            | Линии сечений (13)   |
| Сплошная тонкая с изломами             |  | От $\frac{1}{3} S$<br>до $\frac{1}{2} S$ | Длинные линии обрыва   |
| Штрихпунктирная с двумя точками тонкая |  | От $\frac{1}{3} S$<br>до $\frac{1}{2} S$ | Линии сгиба на развертках. Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях   |

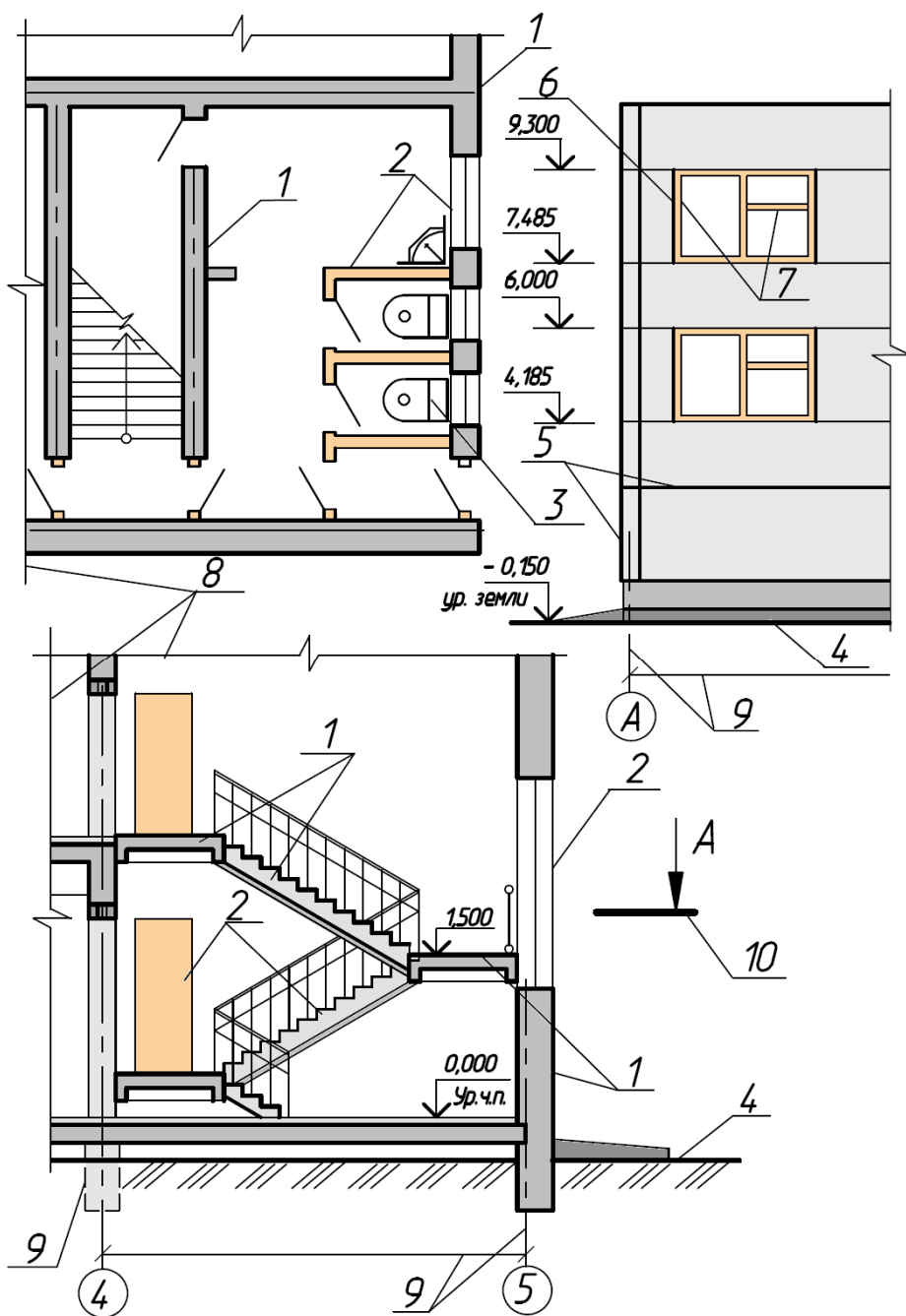


Рис. 1.6 – Применение линий на строительных чертежах

Таблица 1.3 – Толщина обводки линий на строительных чертежах, мм

| Наименование                                       | Для масштабов |         |         |       |
|--|---------------|---------|---------|-------|
|  | 1:50          | 1:100   | 1:200   | 1:400 |
| Линии контуров элементов попавших в сечение (1)    | 0,8           | 0,6–0,7 | 0,4–0,5 | 0,4   |
| Контуры других элементов, не попавших в разрез (2) | 0,4           | 0,3–0,4 | 0,3     | 0,3   |
| Сантехническое и др. оборудование (3)              | 0,3           | 0,2–0,3 | 0,2     | 0,2   |
| Линия земли (4)                                    | 0,9           | 0,8     | 0,5–0,6 | 0,4   |
| Линии контуров здания на фасаде (5)                | 0,6           | 0,4–0,5 | 0,3–0,4 | 0,3   |
| Линии проемов ворот, дверей и окон на фасаде (6)   | 0,4           | 0,4     | 0,3     | 0,3   |
| Рисунок коробок, переплетов на фасаде (7)          | 0,3           | 0,2     | 0,2     | 0,2   |
| Линия обрыва на разрезах и планах (8)              | 0,3           | 0,2     | 0,2     | 0,2   |
| Штриховые линии, выносные, размерные (9)           | 0,3           | 0,2     | 0,2     | 0,2   |
| Линия секущей плоскости, обозначающая разрез (10)  | 0,9           | 0,8     | 0,5–0,6 | 0,4   |

### 1.5. Шрифты чертежные

Все надписи на чертежах следует выполнять шрифтом, установленным ГОСТ 2.304-81 «Шрифты чертежные».

Установлены следующие размеры шрифтов: (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Каждый шрифт имеет прописные (заглавные) и строчные буквы.

*Размер шрифта  $h$*  – величина, определенная высотой прописных букв в миллиметрах. Высота прописных букв  $h$  измеряется перпендикулярно к основанию строки (рис. 1.7). Высота строчных букв  $c$  определяется относительно размера шрифта  $h$ , например  $c = \frac{7}{10}h$ . Ширина буквы  $g$  – величина, которая определяется по отношению к размеру шрифта  $h$ , например  $g = \frac{6}{10}h$ , или по отношению к толщине линии шрифта  $d$ , например  $g = 6d$ . Толщина линии шрифта  $d$  – величина, определяемая в зависимости от типа и высоты шрифта.

Установлены следующие типы шрифтов: тип А без наклона ( $d = \frac{1}{14}h$ ); тип А с наклоном  $75^\circ$  ( $d = \frac{1}{14}h$ ); тип Б без наклона ( $d = \frac{1}{10}h$ ); тип Б с наклоном  $75^\circ$  ( $d = \frac{1}{10}h$ ).

Построение шрифтов на сетке удобно и позволяет точно воспринимать особенности написания шрифта, конструкцию букв и цифр, соотношение отдельных элементов. Шаг вспомогательных линий строки определяется в зависимости от толщины линий шрифта  $d$ .

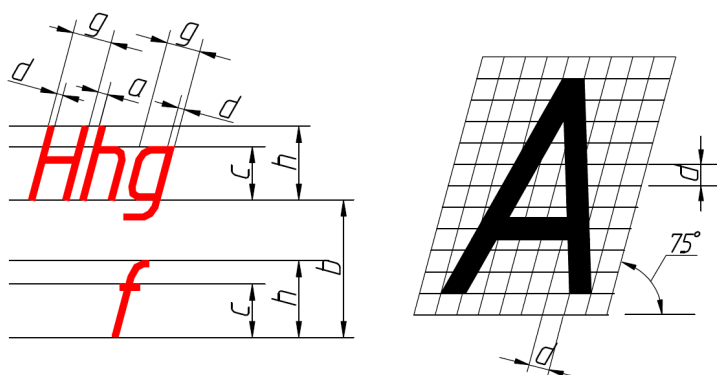


Рис. 1.7 – Построение шрифтов с наклоном

В учебных заведениях обычно пользуются шрифтом типа Б с наклоном 75° (рис. 1.8). Параметры шрифта Б приведены в таблице 1.4.



Рис. 1.8 – Форма написания букв русского алфавита (тип Б с наклоном)

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)