

## ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

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

2. **Ортогональные проекции точек** обозначают прописными буквами латинского алфавита или арабскими цифрами с нижним индексом: A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>, D<sub>1</sub>, ..., 1<sub>1</sub>, 2<sub>1</sub>, 3<sub>1</sub>, 4<sub>1</sub>, ... – на горизонтальной плоскости проекций; A<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>, D<sub>2</sub>, ..., 1<sub>2</sub>, 2<sub>2</sub>, 3<sub>2</sub>, 4<sub>2</sub>, ... – на фронтальной плоскости проекций.

3. **Прямые линии** в пространстве, задаваемые отрезками, обозначают двумя латинскими буквами (AB, CD, EF...); проекции отрезков прямых линий: A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>D<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>D<sub>2</sub>...; 1<sub>1</sub>–2<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub>–2<sub>2</sub>, ...; 1–A, 1<sub>1</sub>–A<sub>1</sub>, ...

4. **Плоскости**, расположенные в пространстве, обозначают одной (P, Q, R, S, T, ...) или тремя прописными буквами латинского алфавита (ABC); проекции отсеков плоскостей: A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>, ...; плоскости проекций: горизонтальную – П<sub>1</sub>, фронтальную – П<sub>2</sub>, профильную – П<sub>3</sub>; плоскости, заданные следами, – Р<sub>П1</sub>; Р<sub>П2</sub>; ...

5. **Поверхности** обозначают прописными буквами греческого алфавита: Г, П, Σ, Φ, ...

6. **Углы** обозначают строчными буквами греческого алфавита: α, β, γ, δ, φ, ...; 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: А<sub>П1</sub>, В<sub>П2</sub>, ..., 1<sub>П1</sub>, 2<sub>П2</sub>, ..., и с добавлением значка «штрих», обозначающего тени на других поверхностях: А<sub>П1</sub>', А<sub>П2</sub>', А<sub>П3</sub>'..., 1<sub>П1</sub>', 2<sub>П2</sub>', 3<sub>П3</sub>'...

8. **Аксонометрические и перспективные проекции** точек, прямых и плоскостей обозначают прописными буквами с добавлением значка «штрих» или без него: A', AB', A'B'C', ...; A, AB, ABC...; вторичные проекции точек, прямых и плоскостей – прописными буквами с нижним индексом и с добавлением значка «штрих» или без него: A<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, ..., 1<sub>1</sub>, 2<sub>2</sub>, ..., A<sub>1</sub>', B<sub>2</sub>', ..., 1<sub>1</sub>', 2<sub>2</sub>'.

9. **Аксонометрические и перспективные проекции** теней от точек, прямых и плоскостей обозначают буквами с добавлением нижнего индекса, обозначающего соответствующую плоскость проекций: А<sub>П1</sub>; В<sub>П2</sub>; С<sub>П3</sub>..., и с добавлением знака «штрих», обозначающего тени на других поверхностях A', B'... 1', 2' или A'', B''... 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||CD), принадлежность одного геометрического элемента другому обозначают знаком  $\in$  или  $\in$  (знак включения (B  $\in$  CD)); результат геометрических операций обозначают знаком  $=$  (A<sub>1</sub> = П<sub>1</sub>  $\times$  SA).

# ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ЧЕРТЕЖЕЙ

## 1.1. Оформление чертежных листов и форматы чертежей

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	$841 \times 1189$	$594 \times 841$	$420 \times 594$	$297 \times 420$	$210 \times 297$

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).

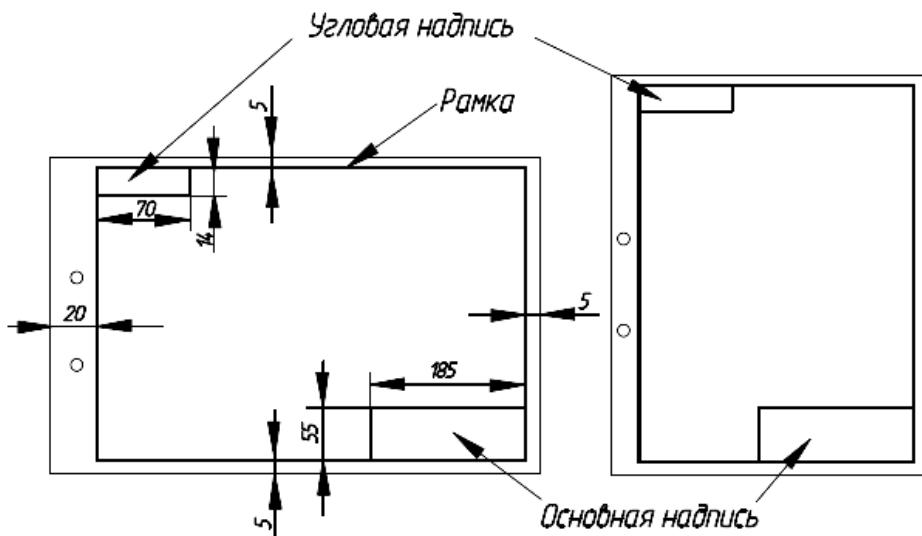


Рис. 1.1 – Положение рамки и основной надписи на чертеже

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 на чертежах и схемах (рис. 1.2, а).

В графе 1 основной надписи указывают наименование изделия. В учебном процессе в графе 1 записывается наименование задания.

В графе 2 указывают обозначение документа. В учебном процессе в графе 2 студент пишет: КНГГ 001. 001. 000. КНГГ (кафедра начертательной геометрии и графики, задание № 1, вариант задания № 1, три последние цифры – номера деталей при деталировании).

В графе 3 указывают наименование учебного заведения, подразделение.

В графе 4 указывают обозначение материала детали и ГОСТ на марку этого материала.

В учебном процессе для выполнения объемных работ допускается выполнение короткой основной надписи (рис. 1.2, *б*).

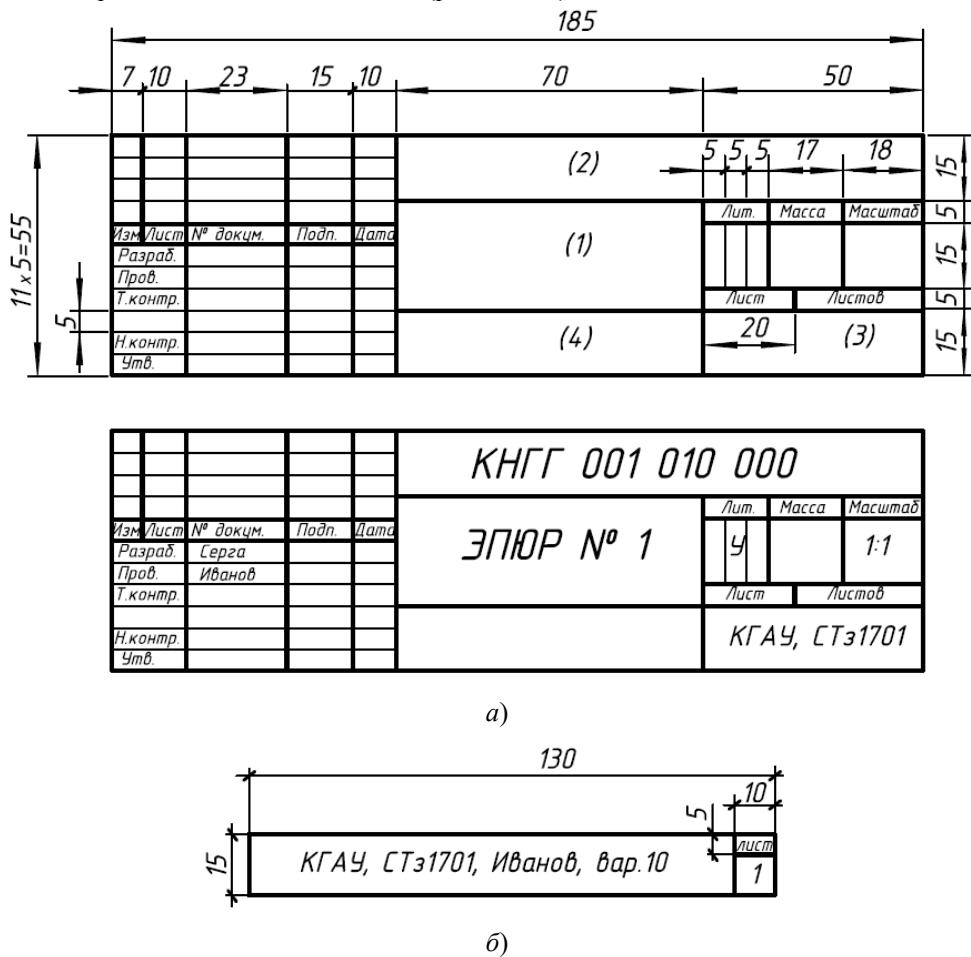


Рис. 1.2 – Форма и размеры основных надписей и образцы их заполнения

Угловую дополнительную надпись размером 70×14 (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°).

## 1.2. Масштабы

*Масштабом* называется отношение линейных размеров изображения на чертеже к истинным размерам изображаемого предмета.

Предпочтительно выполнять чертежи в масштабе 1:1, чтобы размеры изображения и самого предмета были равны. Однако в зависимости от величины и сложности предмета, а также от вида чертежа часто приходится размеры изображения увеличивать или уменьшать по сравнению с истинными размерами. В этих случаях прибегают к построению изображения в масштабе.

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 пред назначенной 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.).

## 1.3. 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.

Длину штрихов линий следует выбирать в пределах от 2 до 8 мм в зависимости от величины изображения, а расстояние между штрихами – от 1 до 2 мм. Штрихи линий на данном чертеже должны быть одинаковой длины. Длина штрихов штрихпунктирных тонких линий допускается в пределах от 5 до 30 мм, а штрихпунктирных утолщенных – 3–8 мм.

Штрихи штрихпунктирной линии должны быть одинаковой длины. Однаковой длины должны быть и промежутки между ними. Штрихпунктирные линии заканчиваются штрихами.

Центр окружности во всех случаях также определяется пересечением штрихов. Если диаметр окружности меньше 12 мм, то штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими линиями.

Таблица 1.2 – Линии чертежные, их назначение и начертание

Тип линий	Начертание	Толщина линии	Основное назначение
Сплошная толстая основная		$S$	Линии видимого контура. Линии перехода видимые. Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)
Сплошная тонкая		От $\frac{1}{3}S$ до $\frac{1}{2}S$	Линии размерные и выносные. Линии штриховки. Линии-выноски и полки линий-выносок. Следы плоскостей, линии построения характерных точек при специальных построениях
Сплошная волнистая		От $\frac{1}{3}S$ до $\frac{1}{2}S$	Линии обрыва. Линии разграничения вида и разреза
Штриховая		От $\frac{1}{3}S$ до $\frac{1}{2}S$	Линии невидимого контура. Линии перехода невидимые
Штрихпунктирная тонкая		От $\frac{1}{3}S$ до $\frac{1}{2}S$	Линии осевые и центровые. Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений
Штрихпунктирная утолщенная		От $\frac{1}{2}S$ до $\frac{2}{3}S$	Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью (наложенная проекция)
Разомкнутая		От $S$ до $1\frac{1}{2}S$	Линии сечений
Сплошная тонкая с изломами		От $\frac{1}{3}S$ до $\frac{1}{2}S$	Длинные линии обрыва
Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		От $\frac{1}{3}S$ до $\frac{1}{2}S$	Линии сгиба на развертках. Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях

Штрихпунктирные линии проводятся сразу при черновой подготовке чертежа, при окончательной отделке их лишь подправляют. Штрихи и точки между ними проводятся одновременно; нельзя проводить сначала штрихи, а затем в оставленные промежутки ставить точки. Штриховые линии желательно тоже оформлять при черновой подготовке чертежа.

## 1.4. Шрифты чертежные

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

*Размер шрифта*  $h$  – величина, определенная высотой прописных букв в миллиметрах. Высота прописных букв  $h$  измеряется перпендикулярно к основанию строки. Высота строчных букв  $c$  определяется относительно размера шрифта  $h$ , например  $c = 7/10 h$  (рис. 1.3).

*Ширина буквы*  $g$  – величина, которая определяется по отношению к размеру шрифта  $h$ , например  $g = 6/10 h$ , или по отношению к толщине линии шрифта  $d$ , например  $g = 6 d$ . Измерение ширины буквы показано на рисунке 1.3.

*Толщина линии шрифта*  $d$  – величина, определяемая в зависимости от типа и высоты шрифта.

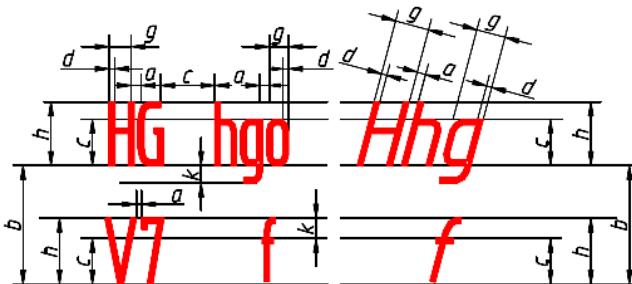


Рис. 1.3 – Упрощенная вспомогательная сетка

Рекомендуется на первых порах буквы и цифры писать по густой вспомогательной сетке. 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. 1.4).

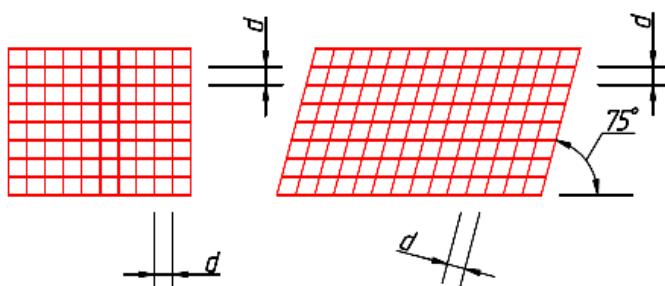


Рис. 1.4 – Вспомогательная сетка

Установлены следующие типы шрифтов:

тип А без наклона ( $d = 1/14 h$ );

тип А с наклоном  $75^\circ$  ( $d = 1/14 h$ );

тип Б без наклона ( $d = 1/10 h$ );

тип Б с наклоном  $75^\circ$  ( $d = 1/10 h$ ).

В учебных заведениях обычно пользуются шрифтом типа Б с наклоном 75°. Параметры шрифта Б приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Размеры шрифта типа Б

Параметры шрифта	Относительный размер	Размер шрифта, мм							
		1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Высота прописных букв	$h$	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Ширина прописных букв Б, В, Д, И, Й, К, Л, Н, О, П, Р, Т, У, Ц, Ч, Ь, Э, Я	$6/10h$	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12
А, М, Х, Ы, Ю	$7/10h$	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10	14
Ж, Ф, Щ, Ъ	$8/10h$	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6	8,0	11,2	16
Г, Е, З, С	$5/10h$	0,9	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10
Высота строчных букв (без отростков)	$7/10h$	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10	14
Ширина строчных букв (кроме букв м, ы, ю, ж, т, ф, ш, щ, с, з)	$5/10h$	0,9	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10
Ширина строчных букв м, ы, ю	$6/10h$	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12
Ширина строчных букв ж, т, ф, ш, щ	$7/10h$	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10	14
Ширина строчных букв с, з	$4/10h$	0,7	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8
Расстояние между буквами	$2/10h$	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4
Минимальный шаг строк	$17/10h$	3,1	4,3	6	8,5	12	17	24	34
Минимальное расстояние между словами	$6/10h$	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12
Толщина линий шрифта	$1/10h$	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2
Ширина цифр (кроме 1 и 4)	$5/10h$	0,9	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10
Ширина цифры 1	$3/10h$	0,54	0,75	1,05	1,5	2,1	3	4,2	6
Ширина цифры 4	$6/10h$	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12

Установлены следующие размеры шрифтов: (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Применение шрифта размером 1,8 допускается только для шрифта типа Б. На чертежах, выполненных тушью, высота букв и цифр не должна быть менее 2,5 мм, а на чертежах, выполненных карандашом, – не менее 3,5 мм (рис. 1.5 и 1.6).

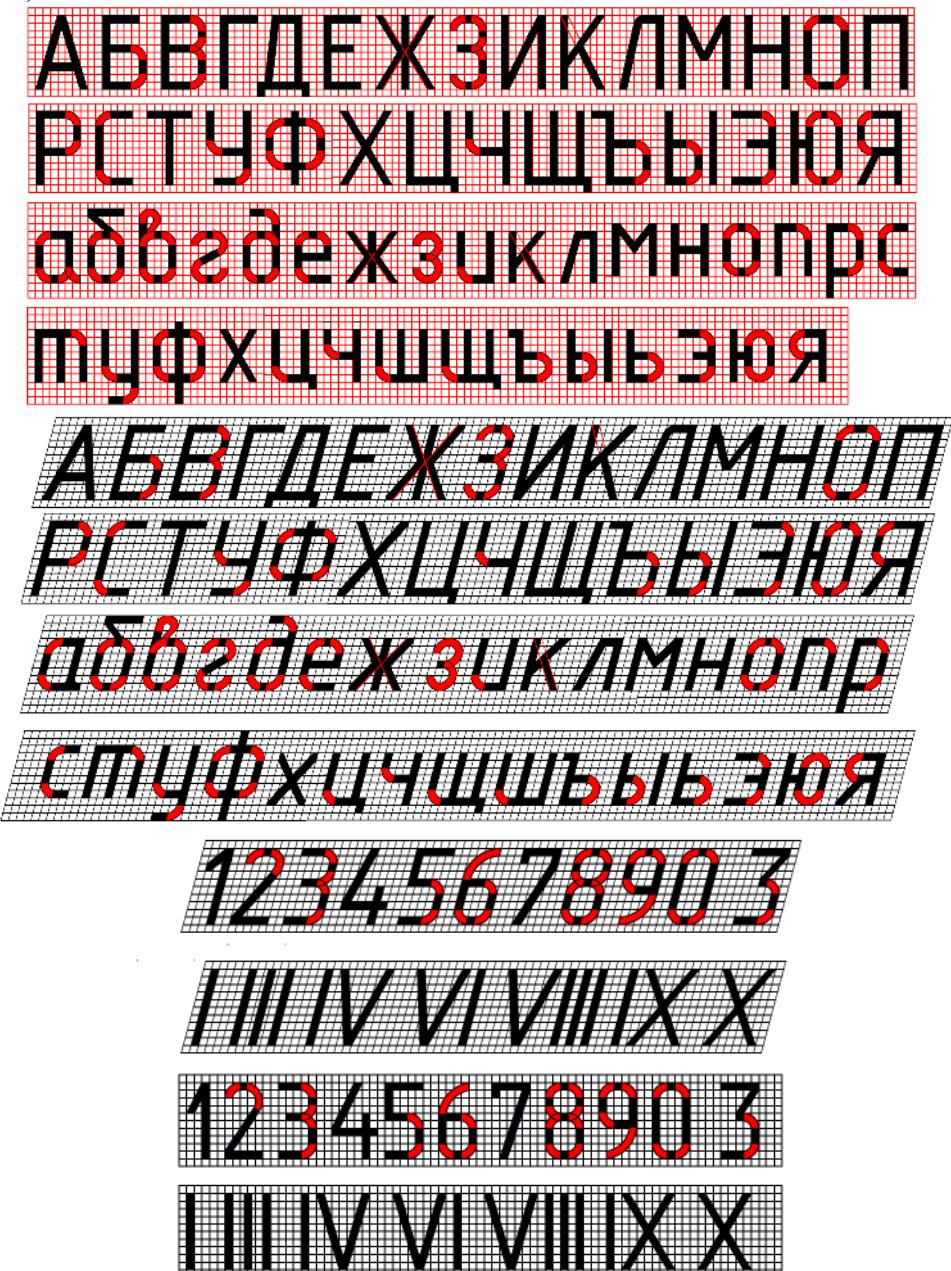


Рис. 1.5 – Стандартный шрифт типа Б



Рис. 1.6 – Шрифт по редкой сетке

При оформлении архитектурно-строительных проектов используют соответственно содержанию графических документов многие шрифты разного рисунка и назначения: архитектурный узкий, архитектурный новый, архитектурный, зодчего, романский, академический и др.

*Архитектурный узкий* шрифт применяется на архитектурных чертежах (рис. 1.7). Шрифт прямой, буквы узкие и высокие. Ширина букв применяют в пределах от  $1/4$  до  $1/6$  их высоты. Предпочтительно  $1/5$ . Кроме широких букв Ш, Щ, М, Ж, Ф, Ъ, Ы, Ю, где ширина буквы равна 1,5 ширины основной буквы.

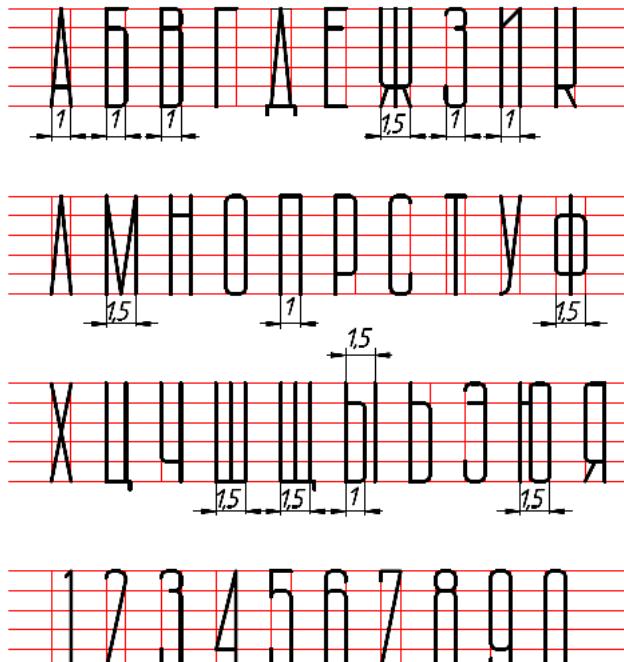


Рис. 1.7 – Шрифт архитектурный узкий

## 1.5. Контрольное задание по оформлению титульного листа

Титульный лист альбома чертежей выполняется стандартным шрифтом типа Б карандашом на листе ватмана формата А3. Образец выполнения задания показан на рисунке 1.8.

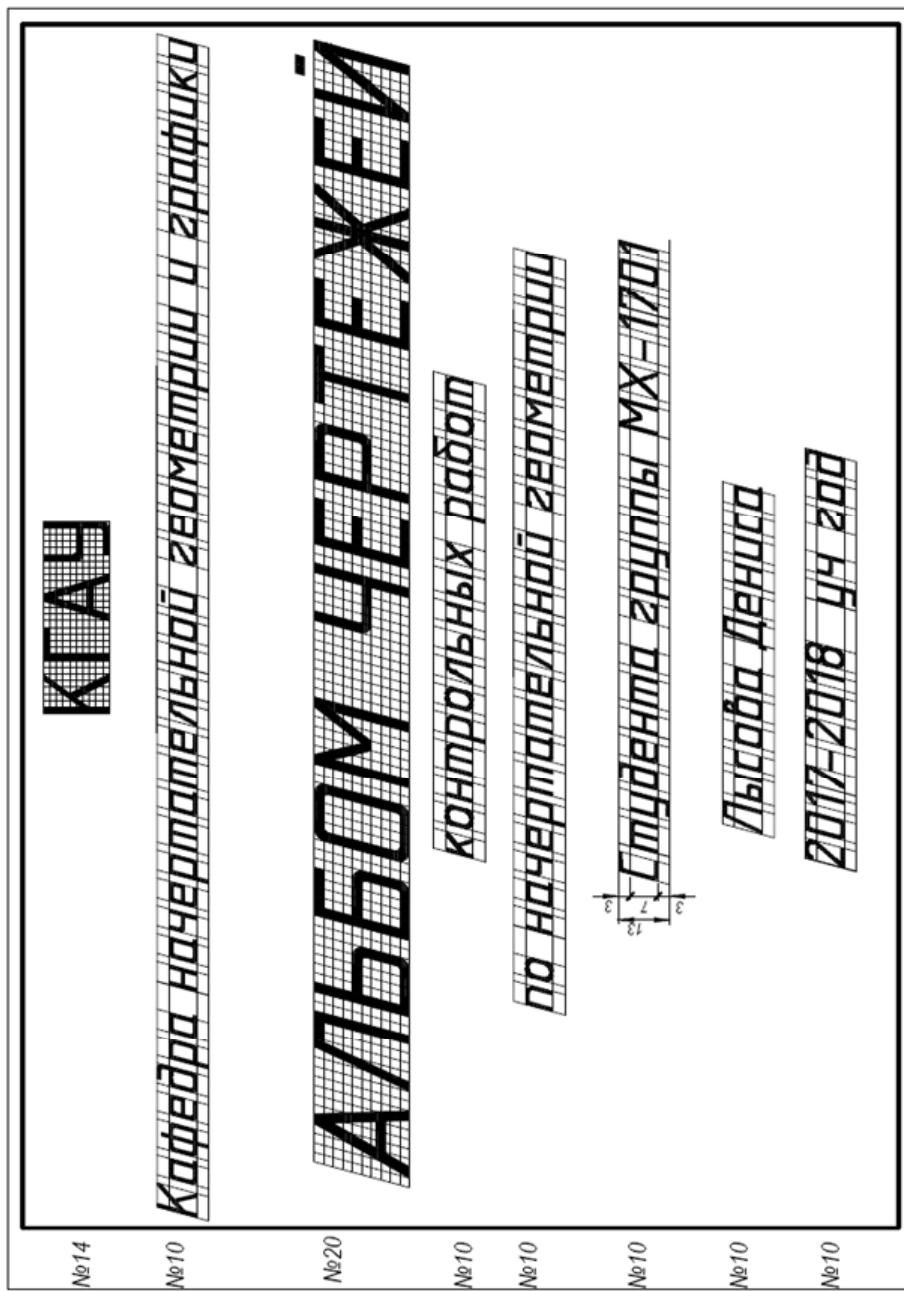


Рис. 1.8 – Образец выполнения титульного листа

Для студентов строительной специальности титульный лист выполняется карандашом на листе ватмана формата А3 архитектурным узким шрифтом. Образец выполнения показан на рисунке 1.9.

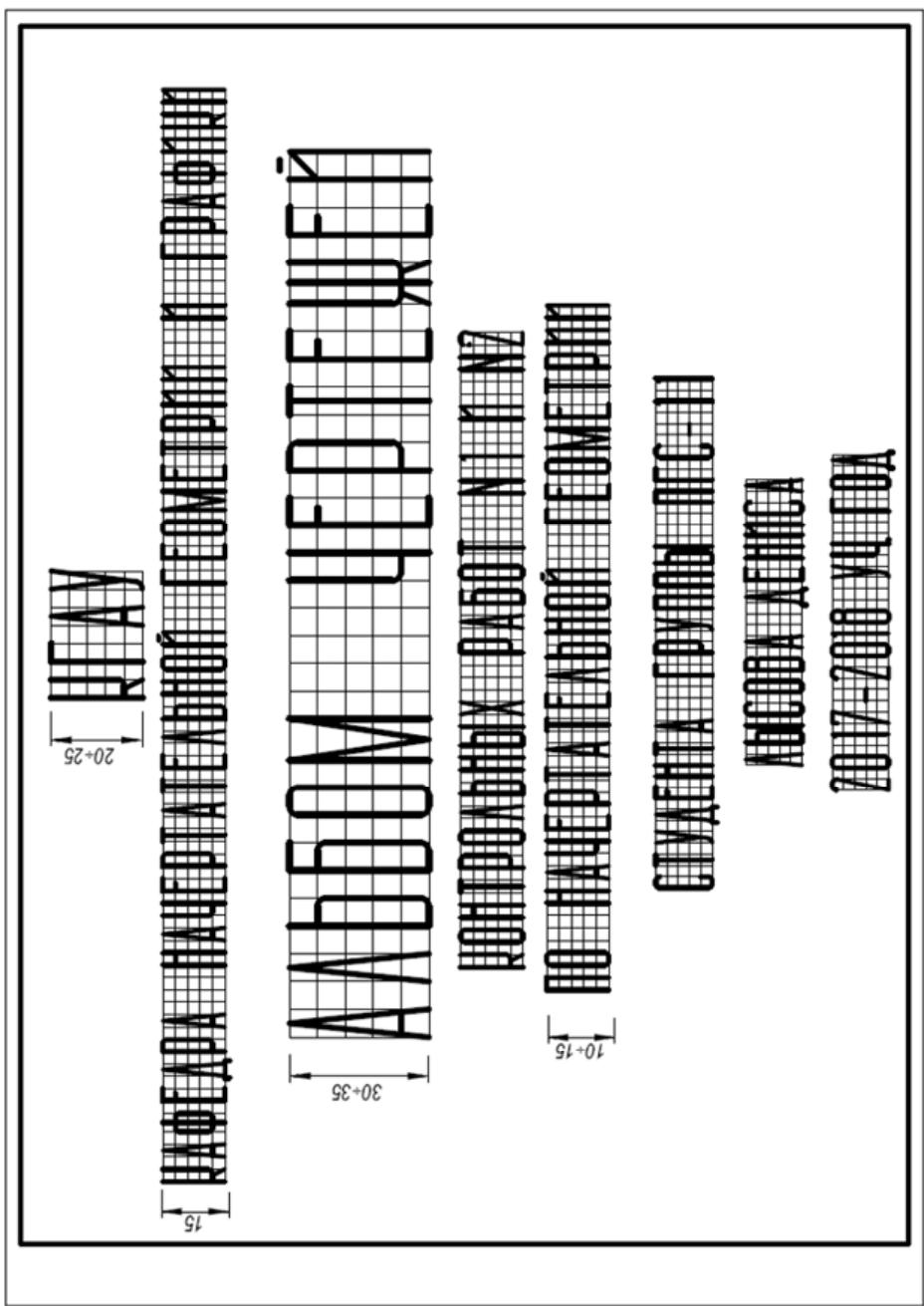


Рис. 1.9 – Образец выполнения титульного листа для студентов строительных специальностей

## ГЛАВА 2. МЕТОДЫ ПРОЕЦИРОВАНИЯ. ТОЧКА. ПРЯМАЯ ЛИНИЯ

### 2.1. Центральное и параллельное проецирование

При центральном проецировании проецирующие лучи исходят пучком из одной точки  $S$ , называемой *центром проецирования* (рис. 2.1).

Они обязательно проходят через проецируемую точку и центр проецирования. Этот проецирующий луч пересекает некую плоскость  $\Pi_1$ , которая называется *плоскостью проекций*. В точке пересечения проецирующего луча с плоскостью проекций получаем точку  $A_1$ , которая называется *центральной проекцией* точки  $A$ .

Проецируемые точки могут располагаться между центром проекции  $S$  и плоскостью проекций  $\Pi_1$  (точки  $A$  и  $K$ ), за центром проекций  $S$  (точка  $B$ ), а также позади плоскости проекций  $\Pi_1$  (точка  $C$ ).

На проецирующем луче находится бесчисленное множество точек, которые проецируются на плоскость проекций в одну точку. Например, точка  $A$  и точка  $K$  лежат на одном проецирующем луче. Следовательно, центральные проекции точек  $A$  и  $K$  совпадают ( $A \equiv K$ ).

При заданной плоскости проекций и центра проецирования одна точка в пространстве имеет одну центральную проекцию. Но одна центральная проекция точки не дает однозначного определения точки в пространстве.

*Основные свойства центрального проецирования:*

1. Проекция точки на плоскость есть точка.
2. Проекцией прямой линии на плоскость в общем случае является прямая линия.
3. Если точка принадлежит линии, то проекция точки принадлежит проекции этой линии.

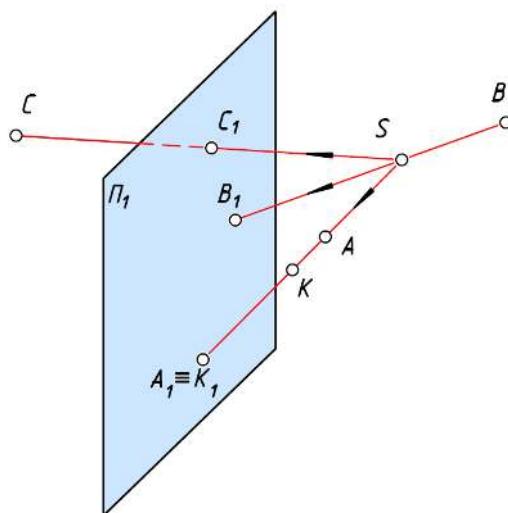


Рис. 2.1 – Построение проекций точек  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $K$  методом центрального проецирования

Если центр проекций удален в бесконечность, то все проецирующие лучи становятся параллельными и проецирование называется *параллельным*. В этом случае задается направление проецирования  $S$ .

Параллельное проецирование делится на *прямоугольное (ортогональное)* и *косоугольное*. У прямоугольных проекций угол между проецирующим лучом и плоскостью проекций составляет  $90^\circ$  (рис. 2.2, а), у косоугольных проекций он отличен от  $90^\circ$  (рис. 2.2, б).

*Основные свойства параллельного проецирования.*

1. Проекция точки на плоскость есть точка.
2. Проекцией прямой линии на плоскость в общем случае является прямая линия.
3. Если точка принадлежит линии, то проекция точки принадлежит проекции этой линии.

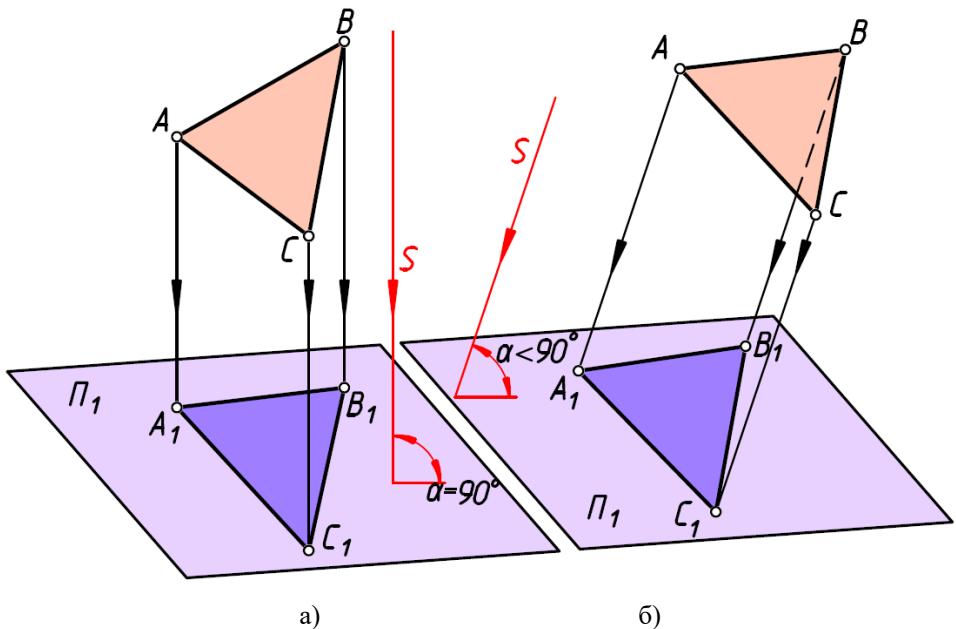


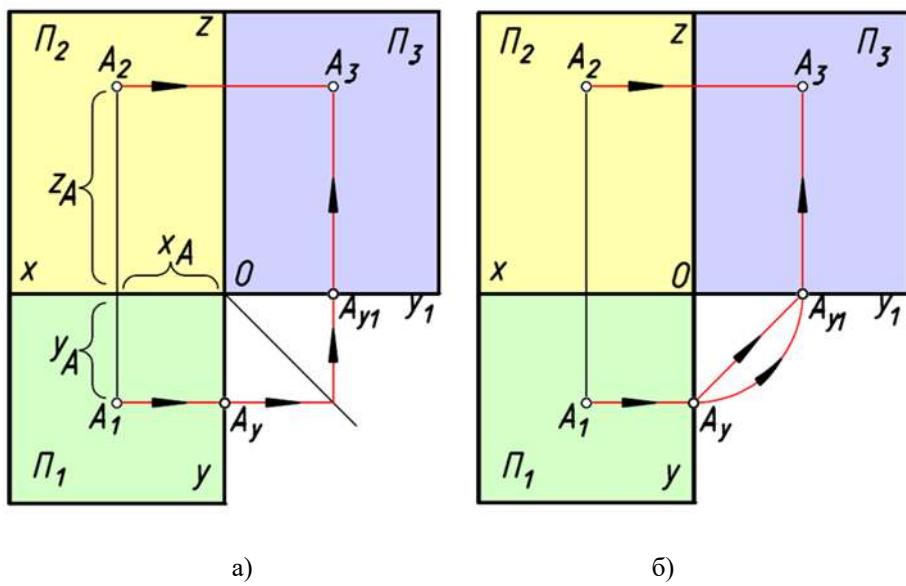
Рис. 2.2 – Метод параллельного проецирования

4. Проекциями параллельных прямых являются параллельные прямые.
5. Если отрезок прямой линии делится точкой в каком-либо отношении, то и проекция отрезка делится проекцией точки в том же отношении.
6. Проекция фигуры не меняется при параллельном переносе плоскости проекций.

## 2.2. Проецирование точки и прямой

Чертеж, полученный в результате поворота горизонтальной плоскости  $\Pi_1$  вокруг оси  $x$  и профильной плоскости  $\Pi_3$  вокруг оси  $z$  до совмещения с фронтальной плоскостью проекций  $\Pi_2$ , называется *комплексным чертежом* или *эпюром*.

Чтобы получить плоский чертеж точки А (рис. 2.3, а), плоскости  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$  вращают до совмещения с плоскостью  $\Pi_2$ . Прямые  $A_1A_2$  и  $A_2A_3$ , соединяющие проекции точки А, называются *линиями проекционной связи*, они соответственно перпендикулярны осям  $x$  и  $z$ . Проекции точки А определяются координатами:  $A_1(x, y)$ ,  $A_2(x, z)$ ,  $A_3(y, z)$ . Таким образом, по двум имеющимся проекциям точки всегда можно построить третью (рис. 2.6, б). Из точки  $A_1$  проведем горизонтальную линию связи до оси  $Oy$ , обозначим точку на оси  $A_y$ . Перенесем расстояние  $y_A$  на ось  $y_1$  с помощью циркуля или лучом под  $45^\circ$  к оси  $y$ . Полученную точку на оси  $y_1$  обозначим  $A_{y1}$ . Из этой точки восстановим перпендикуляр до пересечения с горизонтальной линией проекционной связи, проведенной из точки  $A_2$ . Получаем профильную проекцию точки А ( $A_3$ ).



а)

б)

Рис. 2.3 – Комплексный чертеж точки

Если у точек равны две одноименные координаты, то они называются *конкурирующими* (рис. 2.4). Конкурирующие точки расположены на одной линии проекционной связи.

При проецировании точек А и В на горизонтальную плоскость проекций точка А будет находиться над конкурирующей с ней точкой В. Точка В будет невидима. Точки А и В – горизонтально конкурирующие точки.

Координаты  $x$  и  $y$  точек А и В одинаковы ( $x_A = x_B$ ;  $y_A = y_B$ ), координата  $z$  точки А больше, чем у точки В ( $z_A > z_B$ ).

При проецировании точек С и D на фронтальную плоскость проекций точка С будет находиться над конкурирующей с ней точкой D. Точка D будет невидима. Точки С и D – фронтально конкурирующие точки. Координаты  $x$  и  $z$  точек С и D одинаковы ( $x_C = x_D$ ;  $z_C = z_D$ ), координата  $y$  точки С больше, чем у точки D ( $y_C > y_D$ ).

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

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