

Высшее профессиональное образование

БАКАЛАВРИАТ

Ю. О. ПОЛЕЖАЕВ

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

УЧЕБНИК

Рекомендовано

*Учебно-методическим объединением вузов РФ
по образованию в области строительства
в качестве учебника для студентов,
обучающихся по направлению «Строительство»*



Москва
Издательский центр «Академия»
2011

УДК 76(075.8)
ББК 85.1я73
П492

Рецензенты:

доц. кафедры «Начертательная геометрия»
МАРХИ (Государственной академии), канд. архитектуры *А. А. Фаткуллина*;
начальник кафедры «Техническая механика и начертательная геометрия»
Тулского артиллерийского инженерного института (филиал),
канд. техн. наук, проф. *Г. Н. Логвинов*

П492 **Полежаев Ю. О.**

Инженерная графика : учебник для студ. учреждений
высш. проф. образования / Ю. О. Полежаев. — М. : Изда-
тельский центр «Академия», 2011. — 416 с. — (Сер. Бакалав-
риат).

ISBN 978-5-7695-7992-9

Учебник создан в соответствии с требованиями Федерального госу-
дарственного образовательного стандарта по направлению подготовки
«Строительство» (квалификация «бакалавр»).

Изложены основы проекционных и геометрических построений на чер-
тежах, которые являются важнейшей формой документации в архитектурно-
строительном проектировании. Приведены необходимые сведения, нормы
и правила для производства и стандартизованного графического оформ-
ления инженерно-строительных чертежей различных марок, рассмотрены
примеры их чтения. Также даны сведения о техническом рисунке как со-
ставной части графики строительных чертежей.

Для студентов учреждений высшего профессионального образования.

УДК 76(075.8)
ББК 85.1я73

*Оригинал-макет данного издания является собственностью
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение
любым способом без согласия правообладателя запрещается*

© Полежаев Ю. О., 2011

© Образовательно-издательский центр «Академия», 2011

© Оформление. Издательский центр «Академия», 2011

ISBN 978-5-7695-7992-9

ПРЕДИСЛОВИЕ

В учебнике изложены основы проекционного изображения как проектируемых, так и существующих строительных объектов, изделий, узлов, деталей. Рассмотрены вопросы изготовления чертежей в смежных со строительством областях: машиностроении, энергетике и т. д. Значительное внимание уделено точности проекционных изображений, их полноте и обратимости, а также стандартизации и метрическим описаниям. Учебник не перегружен теоретическим материалом, поскольку ранг бакалавра более соотносится с технологиями проектирования и руководством производства работ по возведению объекта. Его задача — развить у студентов необходимые навыки чтения и изготовления чертежей, а также умения организации и ведения строительных работ.

Будущим строителям необходимо знать все изложенное в данном учебнике. При этом в дальнейшей практике инженера, ведущего и ответственного за организацию производства строительных работ, прораба, когда они осуществляют монтажные процессы, арматурные, сварные и другие крепёжные работы, — в большей степени понадобятся сведения, представленные в гл. 10 — 12. При производстве столярных и плотницких работ более важны гл. 11 — 13. Полезные сведения о применении каменных материалов в строительстве содержатся в гл. 9, 13. Для производства монтажных сантехнических работ следует глубже изучить главы 14, 15. Монтаж технологического оборудования строительного объекта описан в гл. 15, 16. Руководство отделочными работами представлено в гл. 9, 17. Материал гл. 16 необходим также и представителям смежных инженерных специальностей (в том числе, управление комплексами производств строительных работ). В приложении даны таблицы тестового контроля оценки знаний учебного материала.

Автор выражает благодарность за помощь при подготовке рукописи Т. М. Кондратьевой, Н. И. Коковину, Т. В. Митиной, Е. А. Гусаровой, М. Иванову, Л. Н. Логвиновой, Д. Моисееву, Е. Орлову, В. И. Тельному, А. Ю. Борисовой.

Выражения «техника» и «техническое черчение» часто применяются в современном языке. Слово «техника» (от гр. τέχνη — искусство, мастерство) означает совокупность знаний, навыков, приемов и орудий труда, позволяющих производить продукцию при том или ином виде деятельности, например в строительном проектировании, при производстве строительных работ, эксплуатации строительных сооружений, строительстве вообще.

Техническое черчение — это система правил выполнения чертежных документов и сами чертежи, в которых представлена информация в графическом виде о том или ином изделии, сооружении. На основании прочтения таких чертежей можно точно изготовить все детали будущего изделия, сооружения, правильно произвести сборку и осуществить эксплуатацию. Понятие «техническое черчение» шире понятий «машиностроительное черчение», «строительное черчение», «картография» и др. Техническое черчение — это общие правила графического оформления и чтения чертежей, содержащих метрические и другие качественные свойства объектов.

Машиностроительное черчение относится к области конструирования, производства, эксплуатации машин и механизмов; строительное черчение — к области строительного дела.

Два названных раздела технического черчения в современной практике конструирования и проектирования также имеют много смежных областей. Между ними не существует четкой границы. Например, в строительном производстве, непосредственно на строительной площадке и строительном объекте существует множество специфических машин и механизмов, а в машиностроении часто используют приемы крепления деталей по типу строительных.

Приступая к изучению строительного черчения, студент должен, хотя бы частично, ознакомиться с разделами машиностроительного черчения. Это будет полезно не только для общего развития, но и при производстве и чтении чертежной документации строительных объектов.

Исторической даты возникновения строительного черчения не существует, как не существует точных сведений о времени строительства таких грандиозных сооружений, как Стоунхендж в Великобритании, пирамиды Хеопса и Хефрена в Египте, храмы и ритуальные строения майя и тольтеков — «умелых строителей» — в Америке. Се-

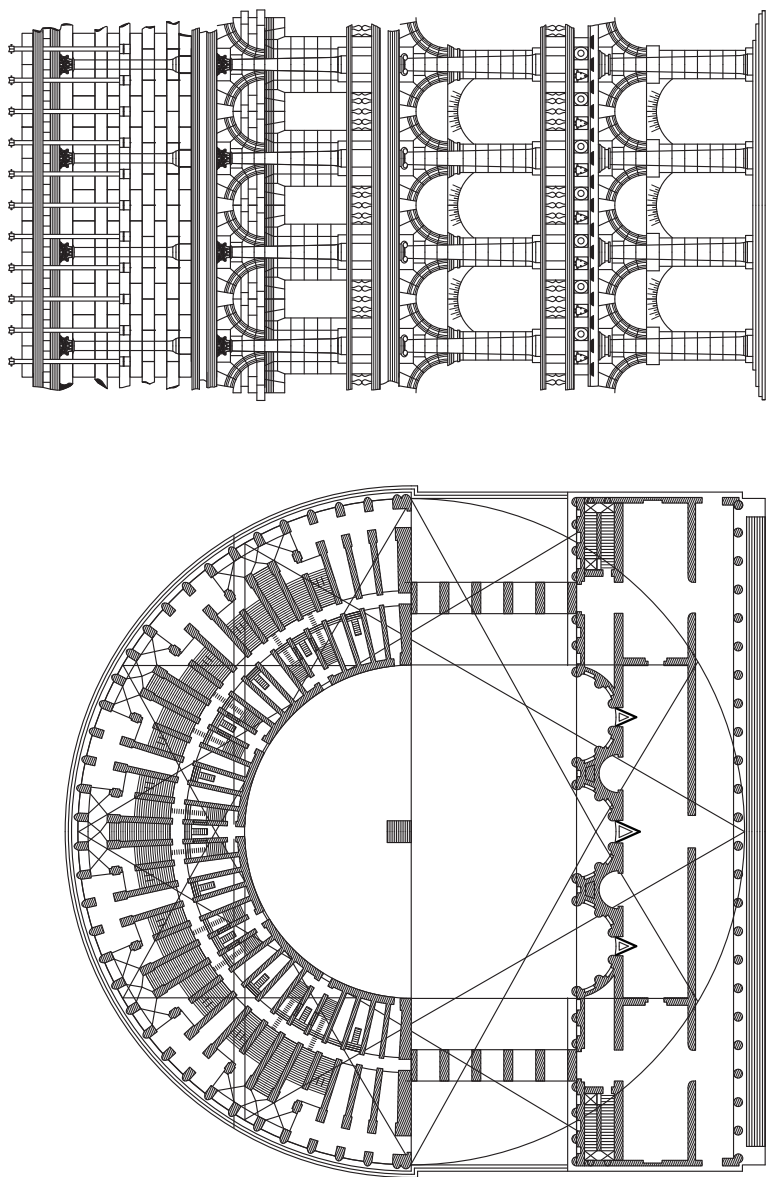


Рис. В1. Элементы фасада и плана римского Колизея на чертежах, выполненных в XV в.

годня археологи утверждают, что древнейший (обнаружен со спутника) мегаполис находится в Сирии. Его условное имя Хамукар и ему около 6 000 лет. Итак, некоторые архидревние строения сохраняются, но бумага или кожа, на которых могли быть зафиксированы проекты, графические модели строений, превращаются с течением тысячелетий в прах. Однако до нашего времени дошли документальные источники, подтверждающие существование строительных чертежей в эпоху Римской империи. Так, копии чертежей-проектов ряда объектов приведены в комментариях Палладио (XVI—XVII вв.) к трактату Витрувия «Десять книг об архитектуре» (I в. до н.э.).

Например, только в Риме кроме Большого Цирка, трибуны которого вмещали в себя более 150 тыс. человек, были возведены еще три цирка: Флавиев, Нерона и Каракалы. Эти великолепные архитектурные ансамбли соответствовали той важнейшей роли, которую играли упомянутые императоры. Приведенные чертежи (рис. В.1) свидетельствуют о том, что в эпоху Возрождения формируются основные

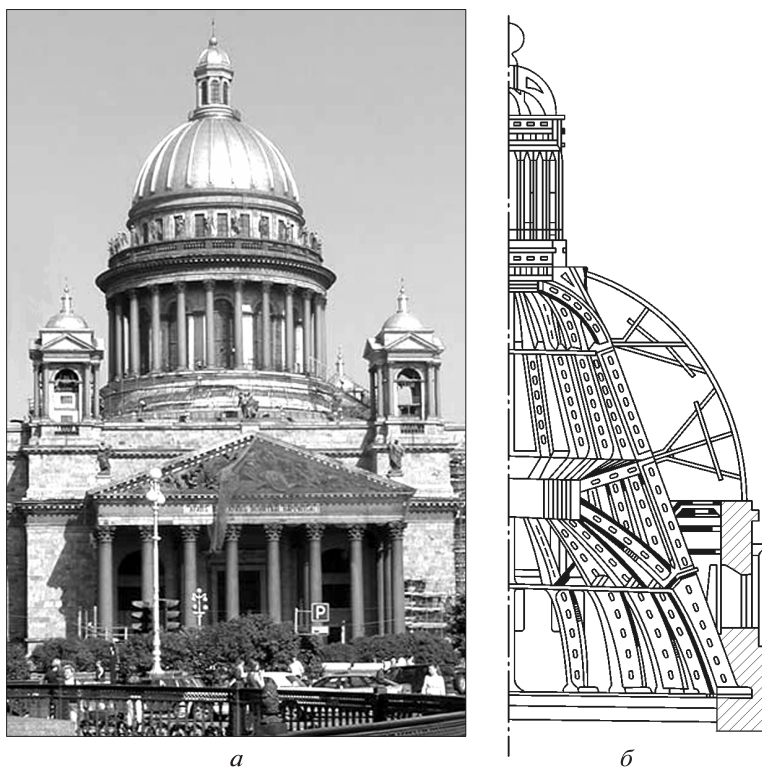


Рис. В2. Фотоизображение (а) и фрагмент чертежа (б) купола Исаакиевского собора в Санкт-Петербурге, XIX в.

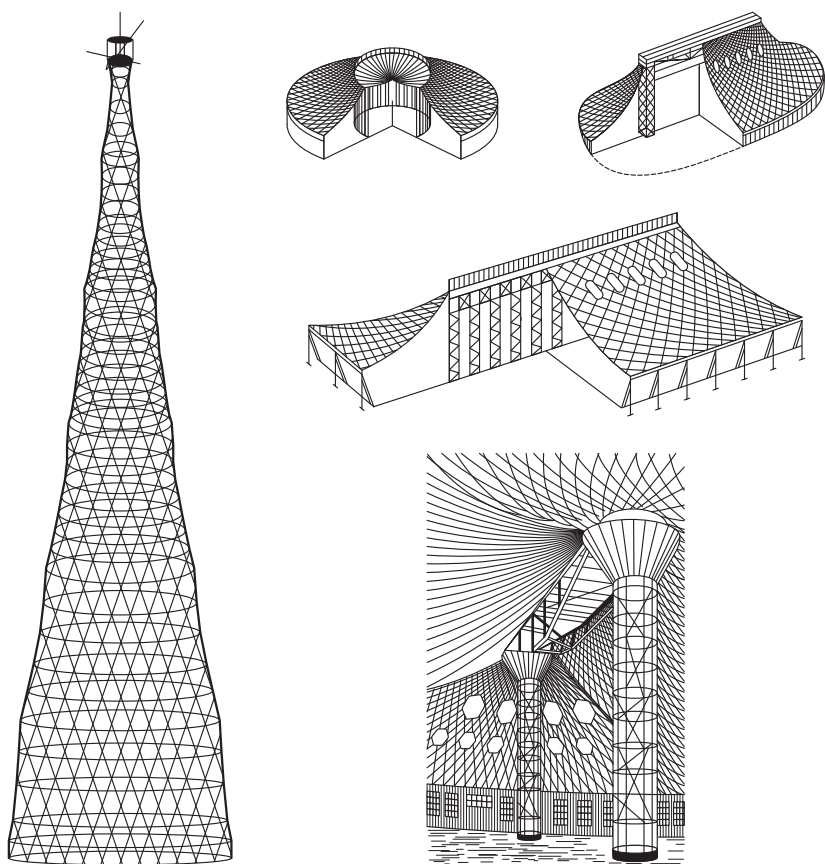


Рис. В.3. Строительные конструкции, возведенные по проектам В. Г. Шухова, XIX—XX вв.

изображения и их сочетания в качестве проектных документов для строительных объектов. После Декарта и Дюрера сначала математик Клеро, а за ним Монж в XVIII в. усовершенствовали ортогонально-проекционную систему, которая используется с небольшими дополнениями и в наши дни. На рис. В.2 приведен чертеж одной симметричной части фронтальной проекции уникальной чугунной конструкции купола Исаакиевского собора середины XIX в.

Известны знаменитые строительные конструкции В. Г. Шухова, например висячие сетчатые покрытия на Нижегородской выставке 1896 г., телевизионная башня в Москве, чертежи которых стали одними из лучших образцов проектного дела (рис. В.3). Но подобные проекты строительных объектов и само производство строительных работ стали возможны не только благодаря высокому уровню

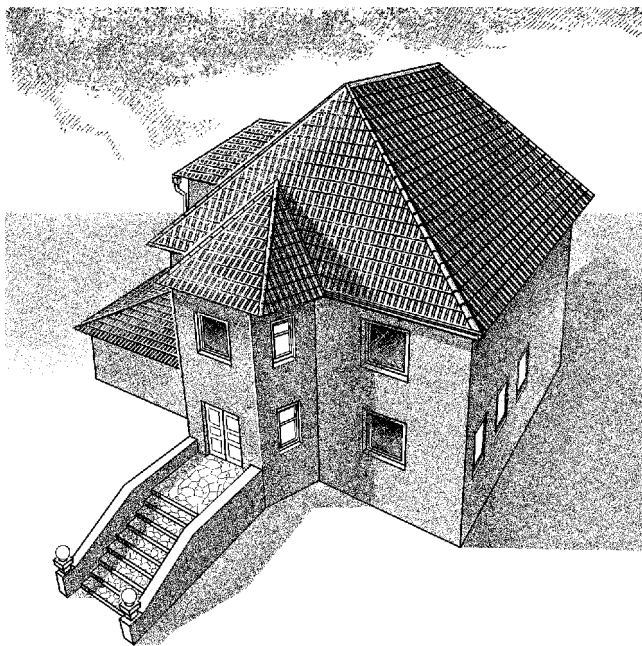


Рис. В4. Компьютерные изображения проектируемых загородных жилых домов

инженерно-строительного творчества в России. Широко внедрялись проекционные методы черчения в отечественную практику технического проектирования, успешно развивался и учебный процесс. Большое значение имели учебно-методические разработки Севастьянова, Курдюмова, а в начале XX в. — труды Рынина.

К середине XX в. в СССР были утверждены государственные стандарты (ГОСТ) для конструкторской документации машиностроения, но в связи с развитием типового проектирования и строительства стали появляться документы, регламентирующие и устанавливающие правила стандартизации проектирования и возведения строительных объектов. Например, «Система проектной документации для строительства» была введена с 1977 г., «Единая система технологической подготовки производства» — с 1973 г. В известной мере происходила унификация требований стандартизации отечественных нормативных документов и различных международных аналогов. С 1974 г. в течение двух десятилетий согласовывались и взаимовыгодно использовались рекомендации и разработки в области стандартизации технического проектирования для стран — участниц СЭВ.

В 1990-е годы началось сотрудничество с международной организацией по стандартизации (ISO). В России была принята система проектной документации для строительства (СПДС) с учетом международных положений. Продолжается работа по совершенствованию Единой системы конструкторской документации — ГОСТ 2.001—93... ГОСТ 2.034—83.

Развитие компьютеризации способствовало появлению в 1980-е годы автоматизированной системы проектирования объектов строительства (АСПОС), которая затем трансформировалась в систему автоматизированного проектирования объектов строительства (САПРОС). Компьютерная графика все шире внедряется в практику изготовления нормированной чертежной документации, в частности, вместо либо наряду с традиционными средствами технического рисунка (рис. В.4).

Раздел I

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ, ВИДЫ ЧЕРТЕЖЕЙ, ПРАВИЛА ГРАФИЧЕСКОГО ОФОРМЛЕНИЯ, ГЕОМЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ. ЧТЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Глава 1

НОРМЫ, ПРАВИЛА, ГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ. ЧТЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ЧЕРТЕЖЕЙ

1.1. Проектно-конструкторская документация

Проектно-конструкторская документация является объектом государственной и международной стандартизации. Существуют, например:

- Государственная система стандартизации (ГСС), которая включает в себя ГОСТ 1.0—85 ... ГОСТ 1.25—85;
- Единая система конструкторской документации (ЕСКД);
- Единая система технологической документации (ЕСТД).

Необходимо знать, как расшифровываются обозначения государственных стандартов.

Например, ГОСТ 2.301—68:

ГОСТ — Государственный стандарт;

2.301 — класс 2, классификационная группа стандартов 3, порядковый номер стандарта в группе — 01;

68 — год регистрации стандарта.

Стандарты действуют 5 ... 10 лет либо не имеют ограничения. При обновлении стандартов на титульном листе приводится текст: «Взамен ГОСТ...».

Основное назначение стандартов ЕСКД — установление в организациях и на предприятиях единых правил выполнения, оформления и обращения конструкторской документации.

ГОСТ 2.102—68 ЕСКД устанавливает виды и комплектность конструкторских документов (КД) на изделия всех отраслей промышленности.

1.2. Оформление чертежей по государственным стандартам

Государственные стандарты устанавливают не только общие правила выполнения чертежей (табл. 1.1), но и различные условия, требования к выполнению текстовых документов, построению таблиц, оформлению титульных листов и др. Так, среди общих правил выполнения чертежей задается порядок создания форматов чертежей, штампов основных надписей и их расположения, заполнения их текстом. Приводятся требования применения масштабов к изображениям в рабочем поле чертежей. Линии изображений также нормируются по их толщине, яркости обводки и характеру начертания. Используемые на чертежах системы буквенно-цифровых, логико-математических знаков, а также многие другие символы стандартизованы.

Таблица 1.1. Классификация группы стандартов ЕСКД

Группы	Содержание стандартов	Номера стандартов ГОСТ
0	Общие положения	2.001—93 и последующие
1	Основные положения	2.101—68 и последующие
2	Классификация и обозначение изделий в КД	2.201—80
3	Общие правила выполнения чертежей	2.301—68 и последующие
4	Правила выполнения чертежей изделий машино- и приборостроения	2.401—68 и последующие
5	Правила обращения КД, учет, хранение, дублирование, внесение изменений	2.501—88 и последующие
6	Правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации	2.601—68 и последующие
7	Правила выполнения схем	2.701—84 и последующие
8	Правила выполнения документов строительных и судостроительных	2.801—74 и последующие
9	Прочие стандарты	—

1.3. Форматы, штампы, основные надписи чертежей

Чертежи, а также текстовая техническая документация оформляются по правилам, установленным ЕСКД, на листах бумаги определенных размеров, называемых *форматами*. Для чертежей употребляется плотная, так называемая чертежная, бумага; для текстов пояснительной записки к проекту используют более тонкую машинописную бумагу. По ГОСТ 2.301—68* определяющими размерами форматов являются размеры внешней рамки, выполняемой сплошной тонкой линией.

Форматы технической документации подразделяются на основные и дополнительные. К основным форматам относятся формат А0 с размерами сторон 1 189×841 мм (рис. 1.1) и другие форматы, которые получают делением формата А0 на 2, 4, 8, 16 частей.

Обозначение основного формата состоит из буквы А и одной из арабских цифр от 0 до 5. Размеры форматов даны на рис. 1.1 и 1.2, а. Формат А4 располагается только в вертикальном положении.

Дополнительные форматы образуются увеличением меньших сторон основных форматов в n раз, где n — целое число. В чертежах их применяют при изображении объектов, длина которых значительно превышает их ширину. Обозначение дополнительного формата состоит из обозначения основного формата и цифры, соответствующей его кратности. Например, формат А4×6 состоит из шести форматов А4; его размеры будут соответственно равны 297×1 261 мм. Обозначения и размеры сторон основных и дополнительных форматов по ГОСТ 2.301—68* приведены в табл. 1.2.

Кроме внешней рамки границы формата на листе бумаги строится рамка, ограничивающая рабочее поле чертежа. Ее изображают сплошной основной линией на расстоянии 20 мм от левой стороны внешней рамки и 5 мм — от остальных сторон (см. рис. 1.1, 1.2, а).

На всех технических чертежах в правом нижнем углу листа вплотную к рамке рабочего поля чертежа располагают компактную систему граф — штамп, в котором размещается основная надпись чертежного документа. В основной надписи содержатся сведения об изображенном изделии, авторах документа, нормоконтроле, приемке и др. Штампы с основными надписями применяются и на определенных листах текстовой документации.

На формате чертежа А4 основная надпись размещается вдоль короткой стороны листа. На листах больших форматов возможно размещение основной надписи как вдоль короткой, так и вдоль длинной стороны (см. рис. 1.2, а).

Установлены две формы основной надписи: форма 1 — для чертежей и схем (рис. 1.2, б); форма 2 — для текстовых документов, на-

пример пояснительных записок (рис. 1.2, в). ГОСТ 2.104—68 определяет назначение всех граф основной надписи и указывает порядок их заполнения. Форма 1 заполняется по данным табл. 1.3. Правила заполнения формы 2 для первого и заглавного листа, а также формы 2а для последующих листов текстовых документов приведены в ра-

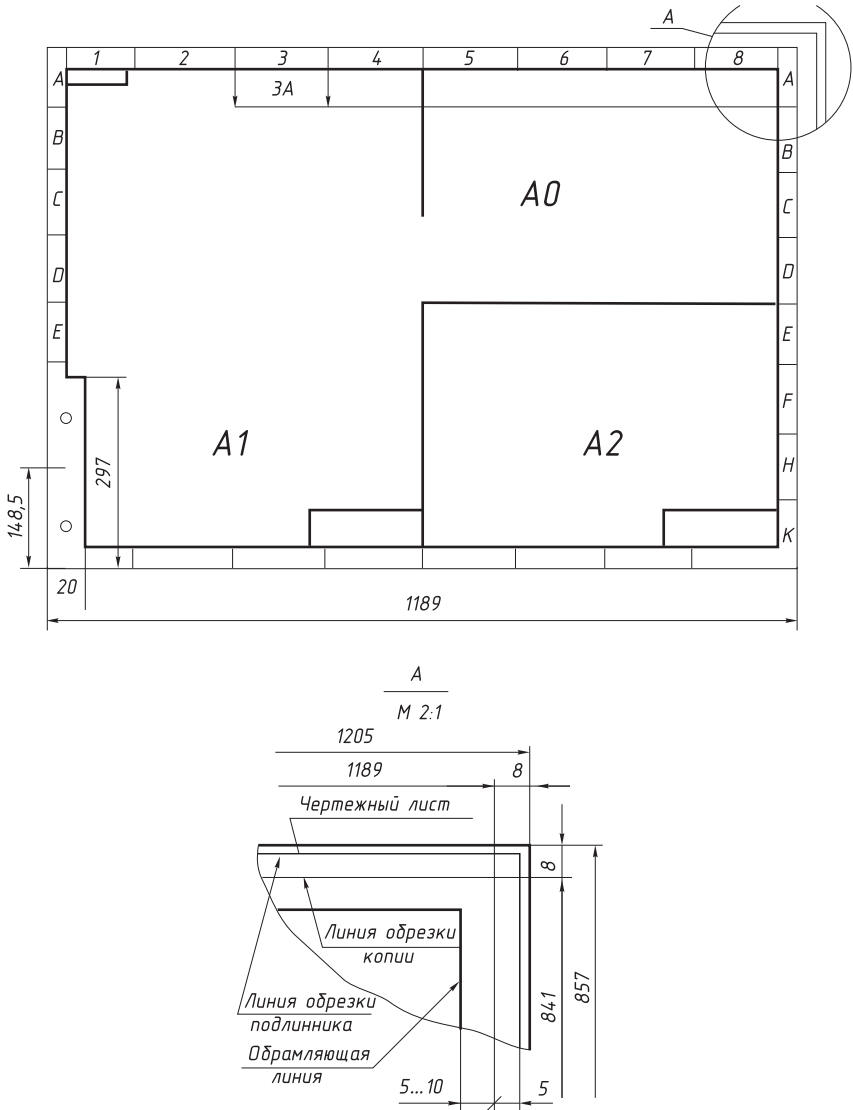
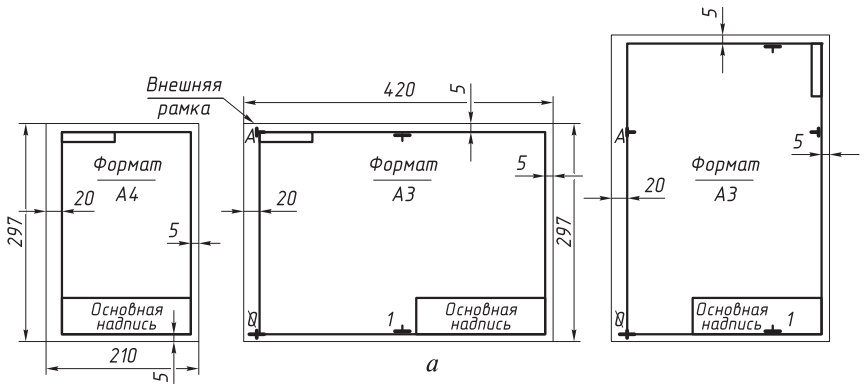
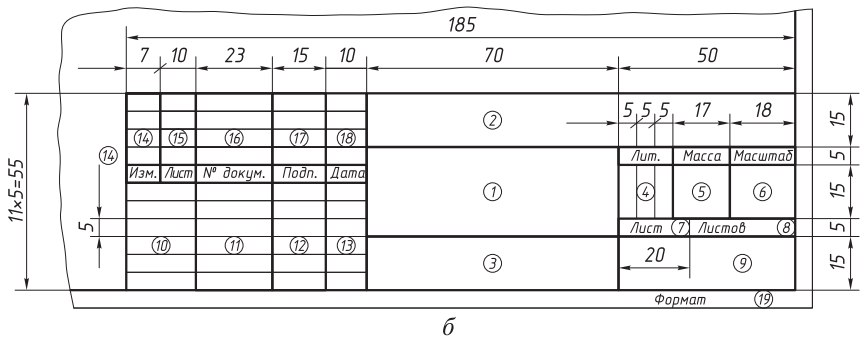


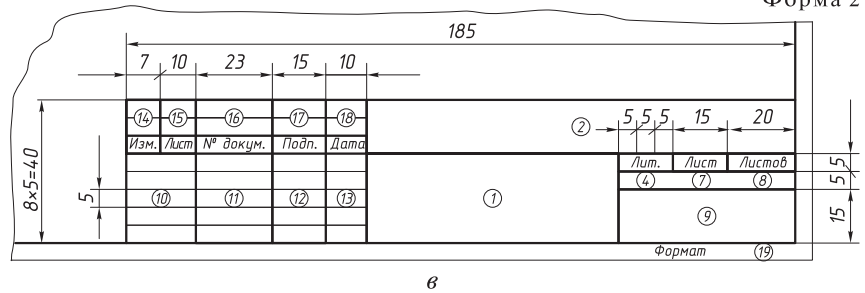
Рис. 1.1. Формат A0 и его деление на другие форматы



Форма 1



Форма 2



Форма 2а

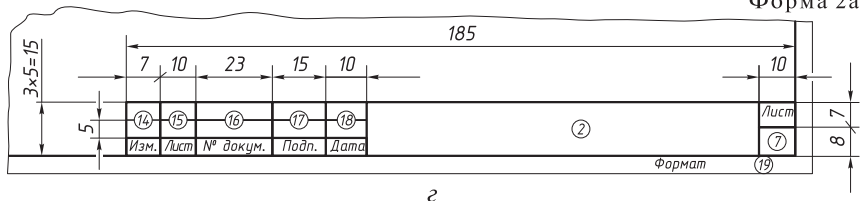


Рис. 1.2. Положение, размещение (а — г) форматов и штампов

Таблица 1.2. **Обозначения и размеры форматов по ГОСТ 2.301—68***
ЕСКА

Основные форматы		Дополнительные форматы	
Обозначение	Размеры сторон, мм	Обозначение	Размеры сторон, мм
A0	841 × 1 189	A0×2	1 189 × 1 682
		A0×3	1 189 × 2 523
A1	594 × 841	A1×3	841 × 1 783
		A1×4	841 × 2 378
A2	420 × 594	A2×3	594 × 1 261
		A2×4	594 × 1 682
		A2×5	594 × 2 102
A3	297 × 420	A3×3	420 × 891
		A3×4	420 × 1 189
		A3×5	420 × 1 486
		A3×6	420 × 1 783
		A3×7	420 × 2 080
A4	210 × 297	A4×3	297 × 630
		A4×4	297 × 841
		A4×5	297 × 1 051
		A4×6	297 × 1 261
		A4×7	297 × 1 471
		A4×8	297 × 1 682
		A4×9	297 × 1 892
A5	148 × 210		

	① Наименование				Училище	№ задания № листа
	Чертил	②-③ Фамилия	③ Подпись	Материал	Масштаб	
	Проверил	②-③ Фамилия	③ Подпись	⑧ Группа	⑤	
	40	55		40	25	
185						

Сектор зубчатый				СГПТУ №7	№ 12 Лист 1
Чертил	Кузнецов А.Н.	<i>Куз</i>	Сталь 30 ГОСТ 1050-74	Масштаб	10.XII.87
Проверил	Орлов Н.М.	<i>Орлов</i>	Гр. Ср. 15	1:1	

Рис. 1.3. Упрощенные формы основной надписи и примеры их текстов для учебных чертежей

боте [1]. Для учебных чертежей разрешается применять упрощенную форму основной надписи (рис. 1.3, табл. 1.4).

В рабочем поле чертежа могут размещаться таблицы, диаграммы, графики с названиями: экспликация, ведомость, перечень и др.

Таблица 1.3. Тексты основной надписи для заполнения граф штампа по форме 1

№ графы	Содержание надписи	Пример	Размер шрифта	Примечание
1	Наименование изделия, а также наименование документа, если этому документу присвоен шифр	Клапан обратный. Сборочный чертеж	5 3,5	
2	Обозначение документа по ГОСТ 2.201—80	АГБВ.ХХХХХХ...СБ	7	
3	Обозначение материала детали		3,5	Заполняется только на чертежах деталей
4	Литера, присвоенная данному документу по ГОСТ 2.103—68	0	5	В курсе черчения можно не заполнять

№ графы	Содержание надписи	Пример	Размер шрифта	Примечание
5	Масса изделия	2,15	5	В курсе черчения не заполнять
6	Масштаб	1 : 2	5	
7	Порядковый номер листа	—	3,5	На чертежах, состоящих из одного листа, графу не заполнять
8	Общее количество листов данного документа	1	3,5	Графу заполнять только на первом листе
9	Наименование или различительный индекс предприятия, выпускающего документ	МГСУ, группа 12	5	Графу не заполнять, если различительный индекс содержится в обозначении документа
10	Характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ	Разработал Проверил Утвердил	3,5	
11	Фамилии лиц, подписавших документ	Иванов Ю. О.	3,5	
12	Подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11			
13	Дата подписания документа	18.03.011	3,5	
14... 18	Графы таблицы изменений			В курсе черчения не заполнять
19	Обозначение формата листа	A2	3,5	

Таблица 1.4. Тексты граф штампа упрощенной формы для учебных чертежей

№ графы	Содержание надписи	Пример	Размер шрифта
1	Наименование чертежа	Линии чертежа	5...7
2	Фамилии учащегося и преподавателя	Веселов А. И. Иванов Ю. О.	3,5
3	Подписи учащегося и преподавателя		
4	Даты выполнения и приема листа	10.03.01 18.03.01	3,5
5	Масштаб	2:1	3,5
6	Номер листа	2	3,5
7	Номер задания (варианта)	1	3,5
8	Наименование учебного заведения и номер группы	МГСУ Группа 12	5

1.4. Линии чертежа, масштабы

Линии. Все изготавливаемые вручную чертежи выполняют сначала тонкими линиями, а затем обводят тушью или карандашом. На выразительность чертежа и простоту его чтения большое влияние оказывает правильный выбор линий обводки, отличающихся друг от друга начертанием, размерами и названием. Основной линией чертежа называется сплошная линия видимого контура детали (объекта), толщина которой S в зависимости от сложности изображения, назначения, масштаба и формата чертежа принимается в пределах 0,25... 1,50 мм (табл. 1.5). Толщина всех остальных линий устанавливается в зависимости от толщины основной линии. Стандарт ЕСКД ГОСТ 2.303—68 устанавливает типы линий чертежа, их начертание, толщину и основные назначения. Использование линий различных типов на чертеже показано на рис. 1.4.

Масштабы. *Масштабом* называется отношение линейных размеров изображения предмета на чертеже к действительным размерам предмета. Масштабы изображений и их обозначения на чертежах установлены ГОСТ 2.302—68 с изменениями (СТ СЭВ 1180—78). Масштабы бывают числовые и графические.

Числовой масштаб (ГОСТ 2.302—68) обозначается отношением, которое показывает кратность увеличения или уменьшения размеров