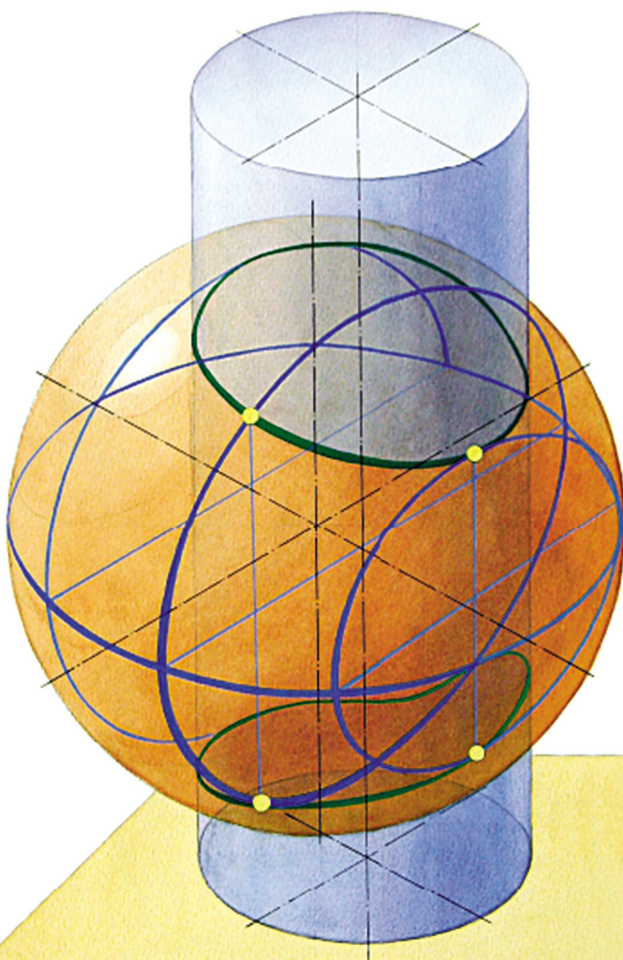
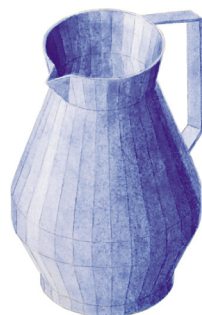


А.В. Константинов

ТЕХНИЧЕСКИЙ РИСУНОК

Курс лекций



УДК 75/76(07)
ББК 85.15:30.119
К65

Рецензенты:

Старший научный сотрудник федерального государственного бюджетного
научного учреждения «Институт художественного образования
и культурологии Российской академии образования»,
к.п.н. *Ю.В. Голобоков*;
заведующий кафедрой «Инженерная графика» МИТХТ им. М.В. Ломоносова,
к.п.н., доцент *В.И. Вышнепольский*

Константинов А.В.

К65 Технический рисунок. Курс лекций : учеб. пособие для вузов / А.В. Константинов. — М.: Издательство ВЛАДОС, 2019. — 152 с.: ил.; 16 с. цв. вкл.: ил.

ISBN 978-5-907101-56-2

Курс лекций по техническому рисунку прочитан А.В. Константиновым в Московском педагогическом государственном университете в 2000—2015 гг.

Содержит краткое изложение теоретических основ, условностей, способов и этапов выполнения технических рисунков различных объектов.

Для студентов гуманитарных высших учебных заведений.

УДК 75/76(07)
ББК 85.15:30.119

ISBN 978-5-907101-56-2

© Константинов А.В., 2019
© ООО «Издательство ВЛАДОС», 2019
© Художественное оформление. ООО «Издательство ВЛАДОС», 2019
© Оригинал-макет. ООО «Издательство ВЛАДОС», 2019

Учебное издание

Константинов Алексей Владимирович

ТЕХНИЧЕСКИЙ РИСУНОК

Курс лекций

Учебное пособие для вузов

Зав. художественной редакцией *И.В. Яковлева*
Компьютерная верстка *С.В. Иванцов*

Подписано в печать 04.06.2018. Формат 70×90/16.
Печать офсетная. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 11,12 + 1,17 цв. вкл.
Тираж 10 000 экз. (1-й завод 1–1 000 экз.). Заказ №

ООО «Издательство ВЛАДОС».
119571, Москва, а/я 19.
Тел./факс: (495) 984-40-21, 984-40-22, 940-82-54
E-mail: vlados@dol.ru
<http://www.vlados.ru>

Отпечатано в полном соответствии с качеством
предоставленного электронного оригинал-макета
в типографии филиала ОАО «ТАТМЕДИА» «ПИК «Идел-Пресс».
420066, г. Казань, ул. Декабристов, 2.

Содержание

<i>Методические пояснения</i>	4
Лекция 1. Области применения, условности, способы выполнения технических рисунков	5
Лекция 2. Рисование плоских многоугольников и многогранных геометрических тел. Нанесение светотени способами штриховки и шраффировки	34
Лекция 3. Рисование окружности и геометрических тел вращения (цилиндр, конус, шар). Распределение светотени на поверхности тел вращения. Способ пуантеле	45
Лекция 4. Рисование очерков криволинейных поверхностей геометрических тел. Распределение светотени на кривых поверхностях	59
Лекция 5. Нанесения светотени способом отмывки	80
Лекция 6. Рисование изображений, нанесённых на поверхности предмета. Способ вспомогательной сетки	90
Лекция 7. Рисование моделей и технических деталей. Применение разрезов. Выявление фактуры поверхностей	103
Лекция 8. Рисование резьбы, резьбовых элементов и соединений деталей. Выявление составных частей изделия	127
<i>Источники иллюстраций</i>	150
<i>Литература</i>	152

Лекция 1

Области применения, условности, способы выполнения технических рисунков

1. Какие рисунки мы будем называть «техническими». Определение технического рисунка. Понятие «наглядности» изображений.
2. Исторические технические рисунки.
3. Способы выполнения технических рисунков.
4. Области применения технических рисунков.
5. Условности технического рисунка.

Какие рисунки мы будем называть «техническими». Определение технического рисунка. Понятие «наглядности» изображений

Понятие «**технический рисунок**» определяется разными авторами и в различных учебных пособиях неоднозначно. Весьма часто подразумевается, что техническое рисование — это рисование технических деталей, узлов, и подобных им изделий (строительных конструкций, фрагментов архитектурных соору-

жений). Действительно, очень часто такого рода объекты изображаются на разнообразных документах с применением способов, условностей, разработанных в техническом рисунке (рис. 1а, б). Но характерные черты технического рисунка (о которых будет сказано подробнее ниже) можно увидеть и на изображениях совер-

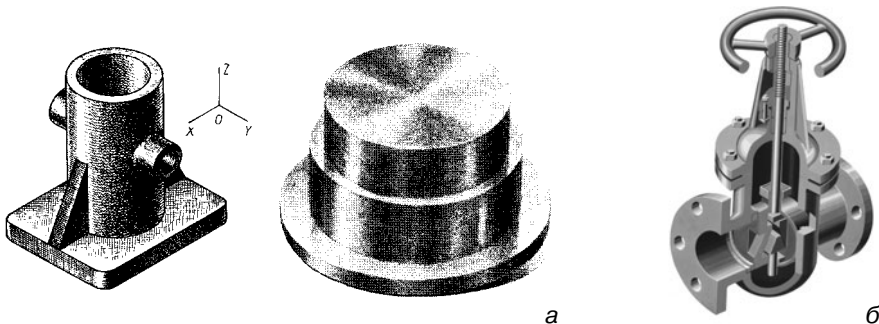


Рис. 1. Технические рисунки технических объектов: а) детали; б) задвижка — устройство для перекрытия трубопровода (см. цв. вкл.)

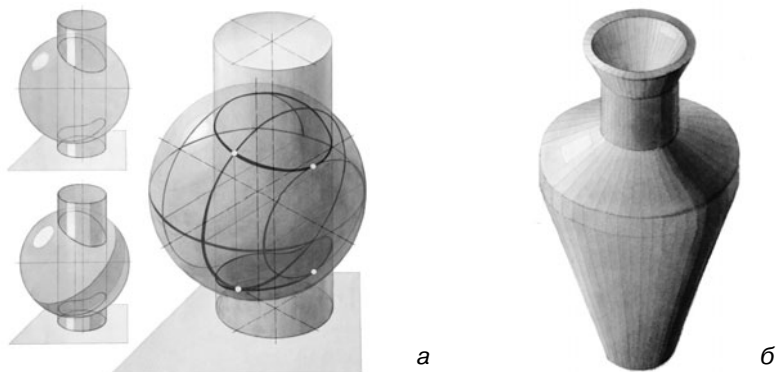


Рис. 2. Технические рисунки нетехнических объектов: а) учебный плакат; б) учебная работа (см. цв. вкл.)

шенно «не технических» предметов (рис. 2а, б).

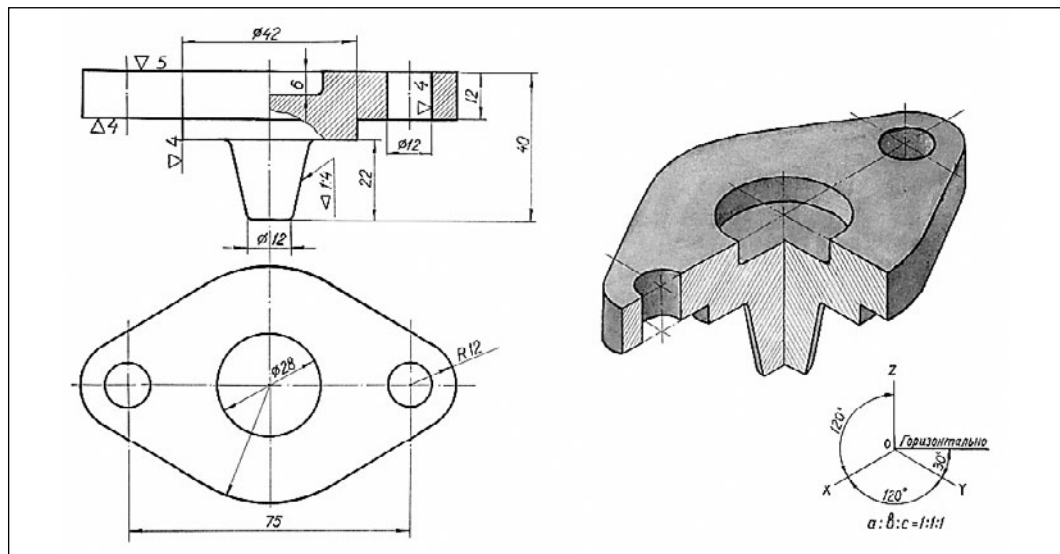
В учебниках по черчению (технической графике, инженерной графике) технический рисунок в большинстве случаев рассматривается как рисование по правилам аксонометрии — как особый вид **аксонометрического рисунка**, позволяющий наиболее быстро, удобно, выполнять «наглядные» изображения предметов, сопровождающие и дополняющие чертежи «в системе проекций». В учебной литературе и в заданиях для учащихся технический рисунок часто используется именно в таком качестве (рис. 3а). Поскольку в курсах черчения изучаются преимущественно так называемые **стандартные аксонометрические проекции**, некоторые авторы учебников считают, что технические рисунки должны выполняться непременно либо в **стандартной прямоугольной изометрии** (рис. 1а, б; 2а, б; 3а), либо в **стандартной прямоугольной**

преимущественно в изометрии. При этом нужно помнить, что другие, нестандартные виды аксонометрических проекций (так называемые **триметрические проекции**) также применяются в техническом рисовании, и иногда позволяют достаточно наглядно передать конструкцию предмета (рис. 6б). Выбор аксонометрической проекции подробно рассматривается в разделе «Аксонометрия», а как выбрать аксонометрическую проекцию при рисовании, будет сказано ниже.

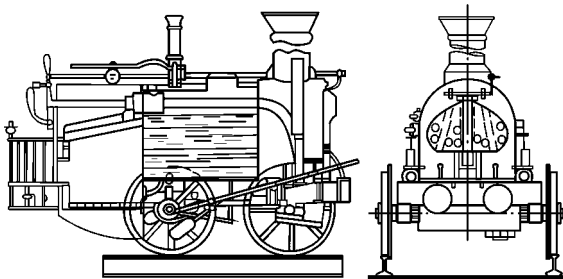
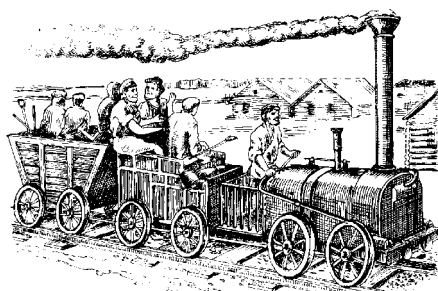
Технические рисунки значительных по величине предметов (архитектурных зданий, кораблей, автомобилей и т.п.) часто строятся с учётом перспективных искажений, в соответствии со зрительным образом, возникающим при рассматривании этих объектов с определённой точки зрения (рис. 4). Такие **перспективные рисунки** хорошо передают впечатление от внешнего вида больших предметов, создают эффект «присут-

диметрии (рис. 5а), или в **стандартных косоугольных аксонометриях** (рис. 5б — **фронтальная косоугольная диметрия**, рис. 6а — **горизонтальная косоугольная диметрия**). Более подробно о видах аксонометрических проекций можно узнать при изучении раздела начертательной геометрии «Аксонометрия». Из вы-

шеприведённых примеров вполне очевидно, что стандартные аксонометрические проекции применяются в техническом рисовании весьма часто. Особенно удобно и наиболее просто рисовать различные предметы с использованием правил изометрии, и мы в дальнейшем будем рисовать наши технические рисунки



а



б

Рис. 3. Технический рисунок: а) аксонометрическая иллюстрация чертежа детали, б) перспективная иллюстрация чертежа сборочной единицы в системе проекций



Рис. 4. Корабль викингов. Норвегия. XI в.
(см. цв. вкл.)

ствия» зрителя вблизи изображаемого объекта. Но, поскольку построение перспективного рисунка более трудоёмко, чем аксонометрического, и искажения очертаний в перспективе значительнее, то часто наглядные изображения даже весьма крупных, протяженных в пространстве объектов выполняют по правилам аксонометрии. Наиболее удобны аксонометрические рисунки при изображении сложных конструкций, выявлении внутреннего устройства на разрезах, способов соединения составных частей изделия, и т.п. случаях, когда перспективные изображения строить затруднительно (рис. 1б; 5а, б).

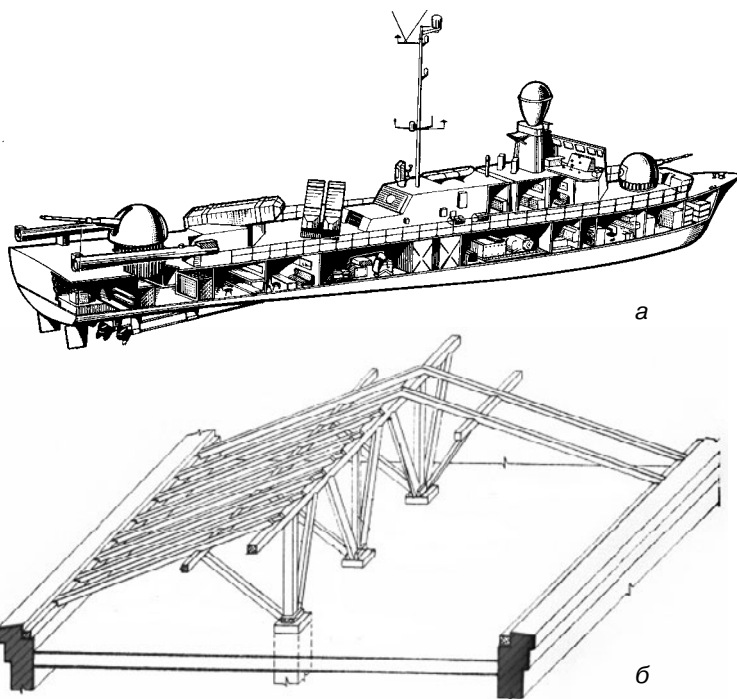


Рис. 5. Аксонометрические технические рисунки: а) ракетный катер ВМС ФРГ. 1978 г.;
б) конструкция кровли дома. 1989 г.

Следует отметить ещё одно немаловажное различие в понимании сущности технического рисунка. Некоторые авторы настаивают на быстром исполнении технического рисунка и рассматривают его как «технический» в смысле «подсобный», «помогающий» выразить ту или иную инженерную, дизайнерскую, архитектурную идею, проект и т.п. В связи с этим технический рисунок должен, по их мнению, рисоваться именно «от руки», без помощи чертёжных инструментов, и в таком качестве становится близким понятию «эскиз». Действительно, многие аксонометрические и перспективные технические рисунки выполняются «на глаз» и «от руки». Чаще всего это рисунки относительно несложных предметов (рис. 2б; 4; 6а, б). Но большинство технических «рисунков», содержащихся во всех видах литературы, в том числе и у авторов, рекомендующих «рисовать», а не «чертить», представляют собой именно **аксонометрические чертежи** или **перспективные чертежи**, выполненные инструментами и дополненные светотенью (см. рис. 1а, б; 2а; 5а, б). Особенно сложные объекты «быстро нарисовать», а тем более «ясно раскрыть техническую идею» (см. определение «технического рисунка» ниже) весьма не просто «от руки», поэтому использование инструментов при рисовании вполне возможно.

Что же мы будем называть «техническим рисунком»? Какими общими чертами обладают изображения, представленные, например, на

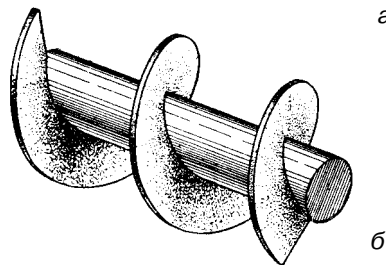
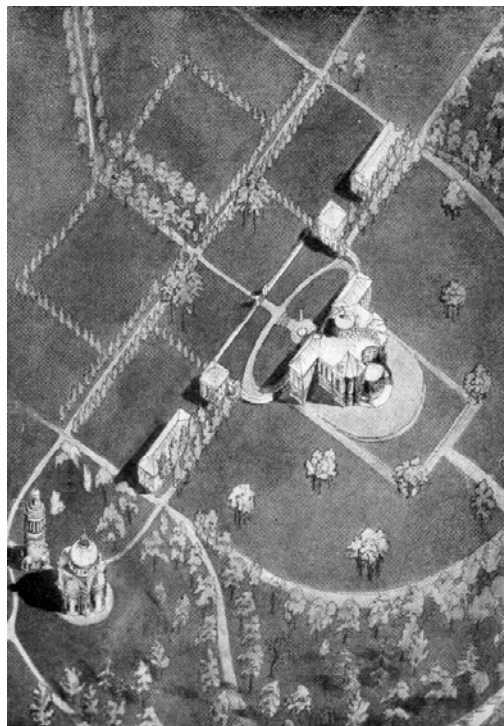


Рис. 6. Технические рисунки, выполненные от руки: а) усадьба Никольское-Гагарино. 1776 г. Рисунок П. Макси; б) рисунок винтовой поверхности

рис. 1—6 (и далее)? Из всех определений технического рисунка представляется наиболее всеобъемлющим (хотя и слишком «общим»), рассуждение Н.Н.Ростовцева, высказанное им в учебном пособии, специально

посвященном техническому рисунку: «Техническое рисование» (М., 1979). Приводим его здесь полностью.

Технический рисунок — это такое наглядное графическое изображение объекта, выполненное от руки в глазомерном масштабе, в котором ясно раскрыта техническая идея объекта, правильно передана его конструктивная форма и верно найдены пропорциональные соотношения. Иными словами, технический рисунок — это такой рисунок, по которому можно составить чертёж, сделать проект, выполнить данный объект в материале.

Поясним данное определение, и дополним его.

Прежде всего, какие изображения считать «наглядными», а какие «не наглядными»? Понятие «наглядное изображение» обычно никак не определяется в учебной литературе. Чаще всего подразумеваются под «наглядными» аксонометрические и перспективные изображения (чертежи, рисунки). Именно такое прочтение понятия «наглядности» графических изображений, очевидно, имел в виду Н.Н. Ростовцев. «Не наглядными» в таком случае нужно считать чертежи (или эскизы «от руки») предметов в системе проекций (видов). На рис. 3б представлены: вид на паровоз сбоку (главный вид), и вид спереди. Названные изображения являются видами на отдельные стороны, поверхности предмета, которые можно получить, рассматривая его с разных точек зрения (с разных, но взаимно перпендикулярных направ-

лений). Очевидно, рассматривая паровоз только спереди, невозможно представить устройство его «боков» и длину, а вид сбоку не даёт сведений о передней части. Поэтому каждое такое отдельное изображение несёт весьма ограниченную информацию, и только совместно, «в системе», они позволяют мысленно воссоздать пространственный облик объекта. На рис. 3б помещено также наглядное изображение (перспективный рисунок) того же паровоза, на котором одновременно отразились и «боковые» поверхности, и «вид спереди». Таким образом, наглядное изображение даёт зрителю больше сведений о предмете, причем эти сведения содержатся на одном изображении, на котором можно рассмотреть сразу разные «стороны» предмета. Понятие «наглядности» изображения, очевидно, следует связывать с полнотой информации, которую это изображение предоставляет зрителю. В этом смысле перспективный рисунок на рис. 3б является более «наглядным» изображением, а каждый из «видов» паровоза на его чертеже — «не достаточно наглядным» изображением. Заметим, что на перспективном рисунке на рис. 3б не видно устройство нижней части, «днища» паровоза, или его задней части, а чертёж в системе проекций (видов) позволяет построить сколько угодно изображений данного объекта и таким образом «рассмотреть его со всех сторон». Ещё один недостаток «наглядных» изображений — искажение очертаний предметов. На рис. 3б, например, пря-

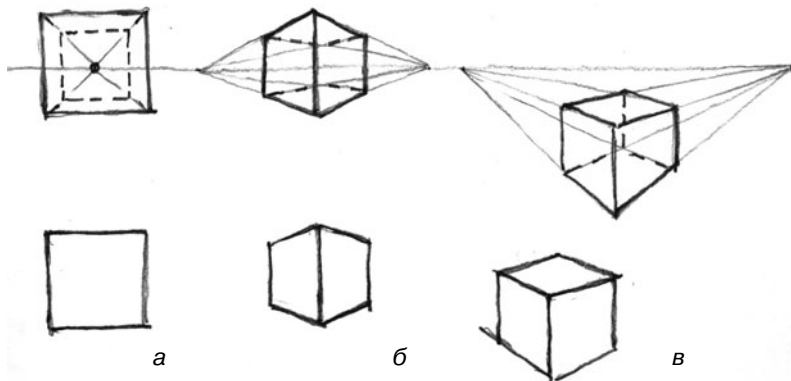


Рис. 7. Перспективные рисунки куба

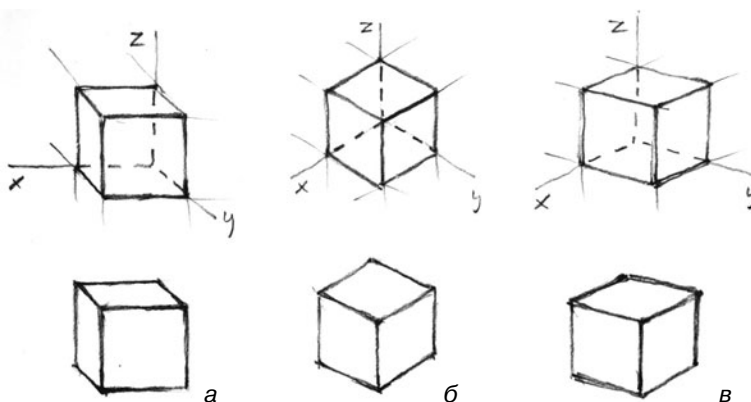


Рис. 8. Аксинометрические рисунки куба

моугольные контуры, отразившиеся на видах прямоугольниками, т.е. без искажения своей истинной конфигурации, на перспективном изображении предстают трапециями (в данном примере почти параллелограммами). Окружности в перспективе имеют очертание эллипсов, более сложные фигуры нарисовать (построить) в перспективе еще труднее. Особенно большие искажения очертаний предметов наблюдаются при построении перспективных изображений с близ-

ко выбранной точкой зрения (на рис. 4 удалённые очертания предмета резко уменьшились, кривизна линий значительно изменилась по сравнению с их истинной кривизной).

Всегда ли «наглядные» изображения являются достаточно наглядными, т.е. верно и полно передают максимум геометрической информации о предмете?

Рассмотрим рис. 7—9. На рис. 7а, б, в представлены различным образом построенные перспективные рисунки

куба, на рис. 8 а, б, в — различные аксонометрические рисунки того же куба. Прежде напомним принципиальное различие перспективных и аксонометрических изображений (в упрощённом виде, конечно). В перспективе параллельные прямые (не параллельные плоскости картины, а направленные «в глубину») имеют точки пересечения (на рис. 7 — на «линии горизонта»). Это соответствует довольно близкому расположению «зрителя», или «точки зрения» перед изображаемым объектом, когда «лучи зрения», проведённые через характерные точки изображаемого предмета, представляют ярко выраженный расходящийся «пучок прямых». В аксонометрии зритель «отодвигается» от объекта значительно дальше, «лучи зрения», направленные из «точки зрения» к точкам предмета становятся практически параллельными, и параллельные прямые (любые) предметов изображаются как параллельные на аксонометрическом их изображении, что значительно упрощает построение (рисование). Таким образом, можно сказать, что аксонометрическое изображение предмета — это частный случай перспективы, когда предмет рассматривается, (изображается) значительно удалённым от «зрителя».

На рис. 7 куб изображён по правилам перспективы, т.е. его изображения должны быть «наглядными», однако нетрудно заметить, что не всегда «правила перспективы» обеспечивают достаточную наглядность. Важное значение для полу-

чения «наглядного» изображения предмета в перспективе имеет правильно выбранная «точка зрения», положение самого предмета при рисовании. На рис. 7в перспектива куба может, очевидно, считаться наиболее удачной, «наглядной», т.к. содержит наибольшую информацию о предмете.

На рис. 8а куб нарисован по правилам косоугольной (так называемой «кабинетной») аксонометрии. Передняя грань (параллельная плоскости рисунка, чертежа) в данном случае изображается без искажения своей истинной конфигурации — в виде квадрата. Такое свойство косоугольных аксонометрических проекций удобно, и используется для построения изображений предметов, наиболее сложные и важные очертания которых расположены в плоскостях, которые возможно расположить параллельно плоскости рисунка (см. рис. 9а — контур экрана электронно-лучевой трубки, 9б — очерк плоского в целом прибора — секстана. Другие очертания предмета (находящиеся в плоскостях другого направления) будут искажаться значительно, часто не в соответствии со зрительным их восприятием. На рис. 8а нетрудно заметить, что, при строго фронтальном положении передней грани куба перед «зрителем», когда «зритель» видит её действительно как квадрат (сравните с рис. 7а), боковые грани куба не должны быть видны вовсе. Тем не менее, на рис. 8а они отразились в виде параллелограммов, и сам куб

кажется несколько «вывернутым», изображение его представляет совмещение вида спереди (передняя грань) и вида слева и сверху (левая и верхняя грань). Очевидно, так, одновременно, увидеть «с двух направлений» предмет невозможно. Подобные, и другие, ещё более значительные искажения зрительного образа предметов в косоугольных проекциях ограничивают возможности их применения. Мы в дальнейшем не будем рисовать наши технические рисунки в косоугольных проекциях, как не соответствующих зрительному образу предметов.

На рис. 8б — рисунок куба в прямоугольной изометрической проекции. Несмотря на удобство рисования по этим правилам, рисунок куба в данной проекции не очень получился. Совпадение изображения передней и дальней вершины, совпадение передних и дальних рёбер в одну линию — очевидные недостатки «наглядности» этого изображения.

Наиболее удачным следует признать рис. 8в, где образ куба соответствует зрительному впечатлению от рассматривания его в пространстве (хотя и на расстоянии «вытянутой руки» — «в аксонометрии», а не «в перспективе» — вблизи «перед глазами»). Ни один элемент куба на изображении не накладывается на другой, и это также будем считать хорошим признаком «наглядности».

Сравним аксонометрические рисунки на рис. 10а-г. Модель в форме скобы с центральным цилиндрическим сквозным отверстием на рис. 10а

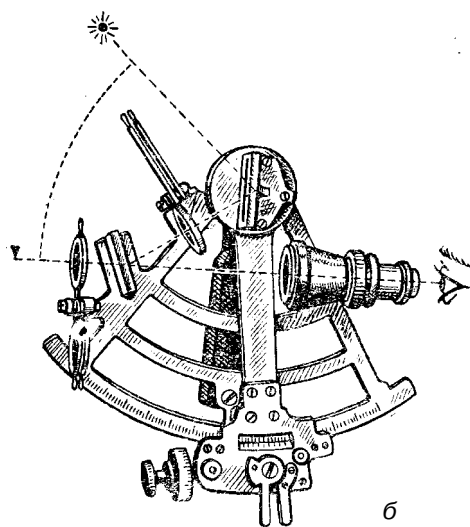
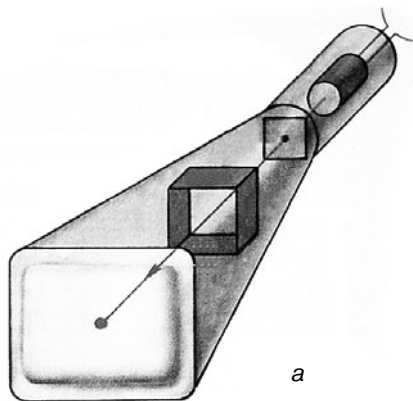


Рис. 9. Технические рисунки в косоугольной аксонометрии а) кинескоп; б) секстан — навигационный прибор

изображена по правилам косоугольной фронтальной диметрии — передняя грань в виде перевёрнутой буквы «П» изобразилась без искажения, боковые грани «вывернуты» вверх и влево, увидеть их в натуре при данном положении модели невоз-

можно. Отверстие не просматривается насквозь. Рис. 10б — прямоугольная изометрия, вполне соответствует взгляду на модель издали, но положение модели (или «точки зрения») таково, что ближайшие рёбра и вершина «накладываются» на дальние, отверстие насквозь не просматривается. Рис. 10в — прямоугольная диметрия, «накладок» в которой удалось избежать, но «дна» отверстия всё равно не видно. Таким образом, «стандартные» аксонометрические изображения для данной модели следует признать возможными, но не вполне удачными. На рис. 10г произвольная аксонометрическая проекция (триметрическая, не «стандартная», почти соответствующая «точке зрения» в прямоугольной диметрии, но более «высокой») позволила получить наиболее «наглядное» изображение — «без накладок», и просматреть отверстие «насквозь».

Определим признаки «наглядности» «наглядных» изображений, исходя из приведённых выше рассуждений.

1. Наглядное изображение должно приблизительно соответствовать зрительному образу предмета при рассмотрении его в пространстве, в натуре, исключать чрезмерные искажения поверхности и конструкции

2. На наглядном изображении нежелательно совпадение контуров разных элементов предмета.

3. Желательно, чтобы просматривались «до дна» или «насквозь» углубления, вырезы, отверстия и подобные им элементы предмета.

Может ли в качестве технического рисунка использоваться одно из изображений, взятое из «системы проекций (видов)», т.е. «не наглядное» по определению? На рис. 11а фасад здания тщательно проработан, поверхности выявлены с помощью светотени. На рис. 11б «вид слева» (на корму) и «вид справа» (на нос) корабля дополнены «главным видом», по характеру исполнения весьма похожим на технический рисунок. В учебнике Н.Н.Ростовцева находим подтверждение того, что «наглядным изображением» может быть обыкновенная фронтальная проекция — «главный вид», который Ростовцев оригинально определяет как рисунок «по условным правилам, относящимся к изображению специальных объектов» (Н.Н.Ростовцев, Техническое рисование, стр. 10) — см. рис. 12 — иллюстрация из учебника Ростовцева.

Вернёмся к определению Н.Н.Ростовцева. Что имеется в виду под «глазомерным масштабом», в котором должен выполняться технический рисунок? Это означает, что рисовать предмет нужно, не измеряя его, и не придерживаться точного масштаба («один к одному», вдвое больше или меньше натуральной величины, и т.п.). Следует примерно придерживаться пропорций, но, в отличие от художественного рисунка, возможны, и даже желательны, некоторые отступления от истинных соотношений величин отдельных частей предмета. Например, если крупный в целом предмет содержит относительно слишком мелкие отверстия,

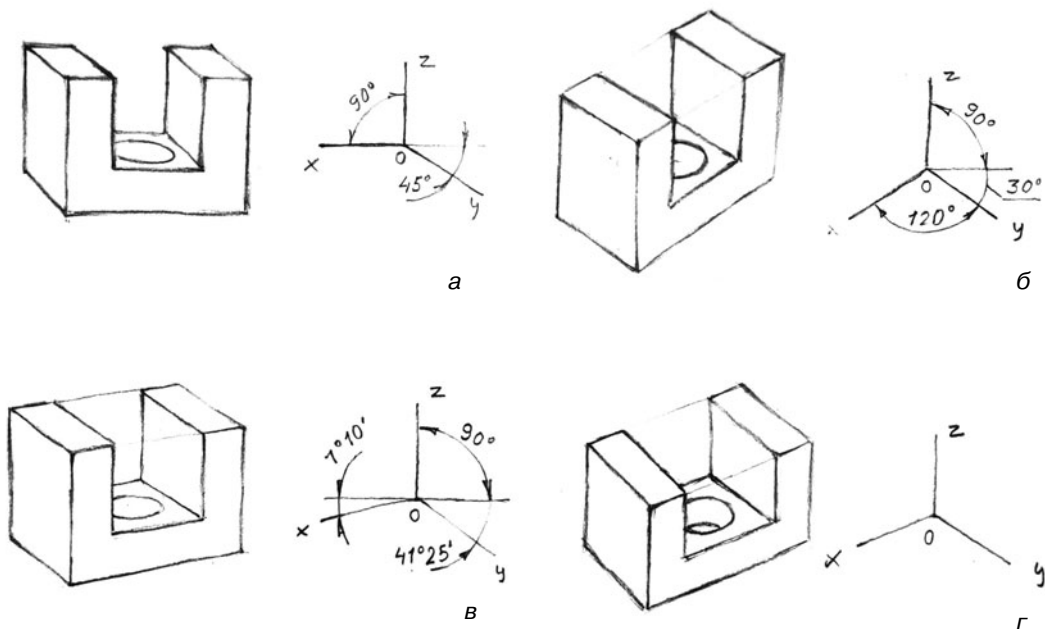


Рис.10. Сравнительная наглядность наглядных аксонометрических изображений

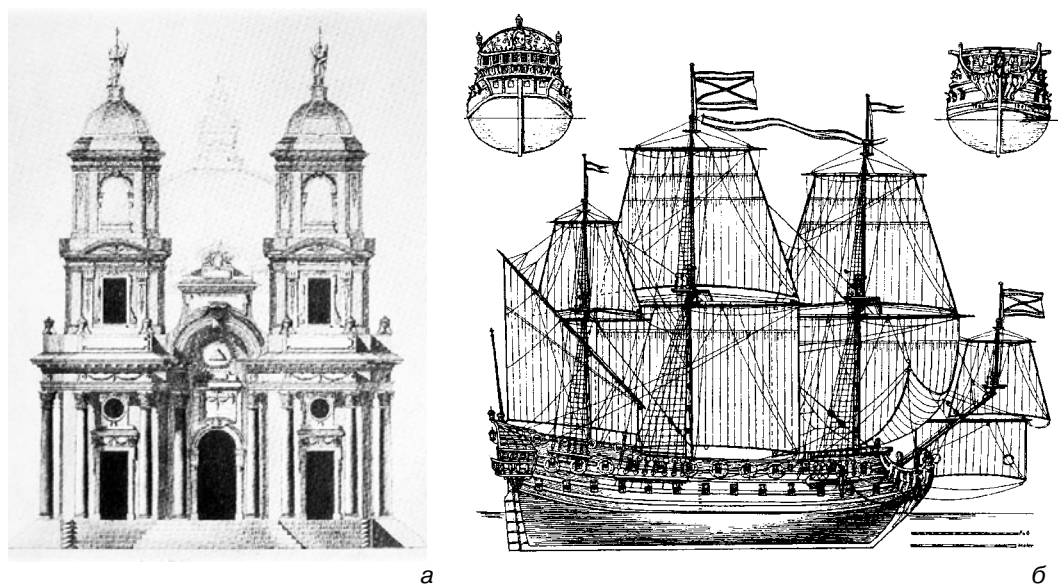


Рис. 11. Не аксонометрические и не перспективные технические рисунки: а) В.И. Баженов. Проект Троицкой церкви; б) 58-ми пушечный корабль «Божье Предвидение» 1770 г.

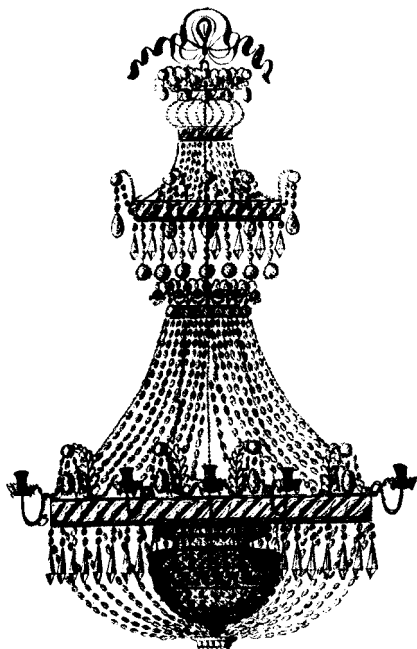


Рис. 12. Фронтальная проекция предмета в роли технического рисунка

пазы, выступы и т.п., то при буквальном соблюдении пропорций, эти мелкие элементы, имеющие часто весьма важное значение, могут изобразиться совсем крошечными, неразборчивыми и непонятными. Поэтому при рисовании нужно их несколько увеличить в ущерб настоящим пропорциям. Аналогично, очень длинные предметы можно укорачивать, тонкие стенки углублений расширять, и т.д.

Обратим внимание на последнее положение в определении Н.Н.Ростовцева. «Разработать чертежи» на основе технического рисунка представляется вполне возможным для довольно простых по конструкции

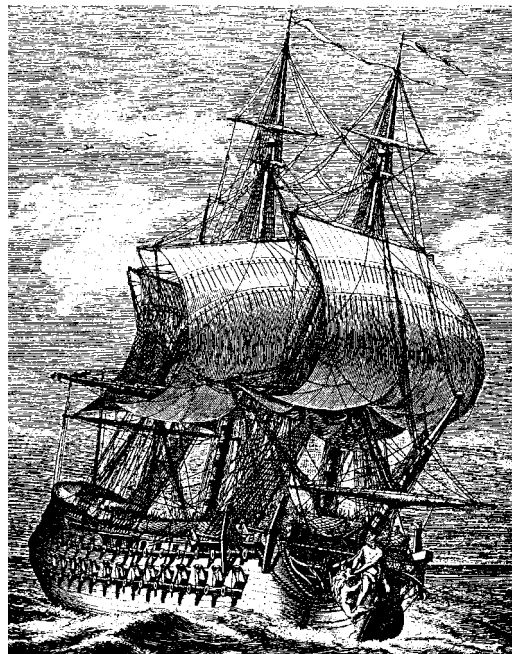


Рис. 13. Художественная выразительность технических рисунков. Французский 54-х пушечный корабль. XVIII в.

предметов. Но «изготовление предмета» по техническому рисунку весьма сомнительно — основным документом для изготовления служит всё же чертёж, на котором выявляется не только геометрическая форма и конструкция, «техническая идея», но задаются размеры, материал, точность обработки отдельных поверхностей и т.д.

Принимая во внимание названные соображения и уточнения, ещё раз сформулируем определение технического рисунка:

Технический рисунок — это графическое изображение объекта, выполненное от руки или другими

способами, в глазомерном масштабе, достаточно наглядное, чтобы верно раскрыть техническую идею, конструкцию объекта. На основе технического рисунка возможно составление чертежей, изготовление моделей, разработка проектов изделий.

Таким образом, основным назначением технического рисунка явля-

ется не создание художественного образа, а выявление конструкции, геометрических свойств предмета. Это не означает, что технические рисунки не должны обладать художественной выразительностью. Многие рисунки, играющие роль «технических», по мастерству и образности представляют и художественную ценность (рис. 13).

Исторические технические рисунки

История технического рисунка — не цель данного курса. Отметим только, что использование рисунка для передачи «технической» информации о предметах, сооружениях, устройствах и изобретениях можно найти в самых старинных документах — рукописях, чертежах, дневниках, черновиках, книгах. Приведём несколько примеров. На рис. 14 довольно ясно читается конструкция архитектурного сооружения XI в. Это современный тем далёким годам рисунок. Историческая справка в учебнике Н.Н. Ростовцева содержит иллюстрации рисунков Леонардо Да Винчи, А. Дюрера, Г. Гольбейна (рис. 15). Несмотря на явно «нетехнический» характер некоторых изображённых объектов, Ростовцев справедливо отмечает направленность на выявление строения, «конструкции», «техники движения» человеческого тела, что является основной целью данных рисунков, и причисляет их к «техническим» по существу. Иногда технические рисунки

можно найти в художественной литературе. Графические изображения фортификационных сооружений, устройство и принцип действия оружия иллюстрируют весьма точно «техническую» сторону военного ремесла во времена знаменитого мессира Д'Артаньяна (рис. 16). Для большей «наглядности» и выразительности рисунки технических объектов дополнены здесь фигурами людей, приводящих в действие свои военные приспособления.

XIX-й и XX-й век не внесли много нового в технический рисунок (рис. 17а, б; 18а, б). Несмотря на появление и развитие фотографии, рисунки проектируемых либо утраченных (реконструируемых) предметов по-прежнему предоставляют необходимый иллюстративный материал для разнообразных изданий, документов, учебных пособий. Меняются (добавляются) только объекты изображения, и некоторые способы выполнения рисунков (аэрограф, тамповка по трафарету,

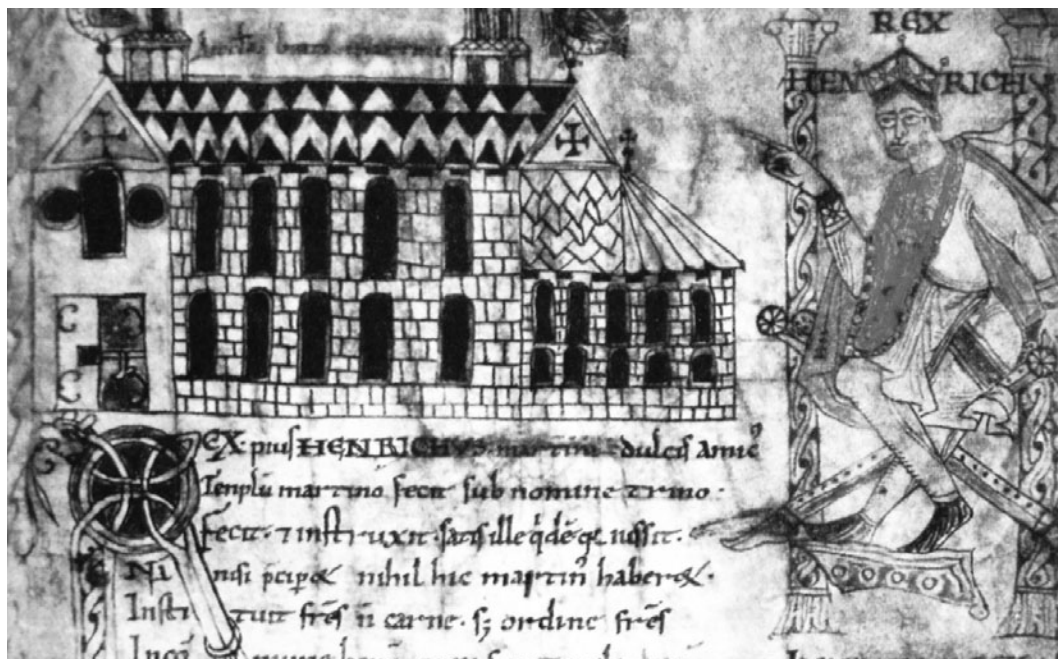


Рис. 14. Исторические технические рисунки. Король Генрих I основывает капеллу св. Мартина. Миниатюра XI в. (см. цв. вкл.)

стандартные аксонометрические проекции и т.п.).

XXI-й век только начался. Будет ли востребован технический рисунок? Очевидно, необычайно быстрое развитие компьютерной графики, цифровой фотографии резко ограничивают «традиционные» области применения и способы выполнения «классического» технического рисунка. Однако в новых компьютерных технологиях просматриваются скорее новые способы выполнения «технических» рисунков, нежели отрицание их характерных признаков, свойств, назначения. Возможности компьютерной графики

ускоряют и многократно уточняют результат, но рисование на компьютере — всего лишь технический приём, и если в своё время сложный способ шраффировки, а затем нанесения светотени аэрографом, были приняты как способы «рисования», то компьютерный рисунок (не фотография!) весьма близко напоминает качественную отмывку или аэрографическую работу. Существо технического рисунка — выявление конструкции предмета с помощью того или иного изображения, когда невозможна или нежелательна фотография — остаётся прежним (рис. 19а, б).